

Aus dem Institut für Klinische Hämostaseologie und Transfusionsmedizin,
Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. Hermann Eichler

**Mathematisches Modell zur Bestimmung des Infektionsrisikos von Apherese-
und Pool-Thrombozyten-Konzentraten**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Theoretischen Medizin
der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2016

Vorgelegt von: Timo Alt-Mayer geb. Alt
geb. am: 23.08.1983 in Bad Kreuznach

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1 Zusammenfassung.....	5
1.1 Deutschsprachige Zusammenfassung	5
1.2 Englischsprachige Zusammenfassung.....	8
2 Einleitung.....	10
2.1 Fragestellung und Aufbau der Arbeit.....	13
3 Material und Methodik	14
3.1 Produktionsbetrachtung	14
3.1.1 Datengrundlage	14
3.1.2 Vorgehensweise	18
3.1.3 Mathematische Herleitung	19
3.1.4 Absolutes Risiko	21
3.1.5 Relatives Risiko	21
3.2 Patientenbetrachtung	23
3.2.1 Datengrundlage	23
3.2.2 Vorgehensweise	25
3.2.3 Mathematische Berechnungen	26
3.2.4 Implementation der Formel (18) in Visual Basic for Applications (VBA).....	29
3.3 Statistik.....	30
4 Ergebnisse	31
4.1 Produktionsbetrachtung	31
4.1.1 Beispielrechnung Anzahl beteiligter Spender und kontaminierte Präparate.....	31
4.1.2 Beteiligte Spender bei maximaler Spendenzahl.....	33
4.1.3 Beteiligte Spender bei mittlerer Spendenzahl	33
4.1.4 Anzahl kontaminierter Präparate	34
4.1.5 Absolutes Risiko	39
4.1.6 Relatives Risiko	45
4.2 Patientenbetrachtung	52
4.2.1 Allgemeine Patientendaten.....	52
4.2.2 Spenderexposition	53

4.2.3	Wahrscheinlichkeit der Transfusion von potentiell kontaminierten Blutkomponenten	54
4.2.4	Risikofaktor	60
5	Diskussion	62
5.1	Produktionsbetrachtung	63
5.1.1	Anzahl beteiligter Spender	63
5.1.2	Anzahl kontaminierter Blutkomponenten	64
5.1.3	Schlussfolgerung	68
5.1.4	Absolutes und relatives Risiko	69
5.1.5	Fazit	71
5.2	Patientenbetrachtung	72
5.2.1	Datengrundlage	72
5.2.2	Spenderexposition	72
5.2.3	Wahrscheinlichkeit der Transfusion von potentiell kontaminierten Blutkomponenten	72
5.2.4	Risikofaktor	74
5.2.5	Fazit	74
5.3	Schlussfolgerung	75
6	Literaturverzeichnis	76
6.1	Anhänge	79
6.1.1	Tabellen	79
6.1.2	Abbildungen	111
6.1.3	Quellcodes	135
7	Veröffentlichungen	137
8	Danksagung	138

Abkürzungsverzeichnis

ATK	Apherese-Thrombozyten-Konzentrat
BC	Buffy-Coat
DGTI	Deutsche Gesellschaft für Transfusionsmedizin und Immunhämatologie
EK	Erythrozyten-Konzentrat
HBV	Hepatitis-B-Virus
HCV	Hepatitis-C-Virus
HIV	Humanes Immundefizienz-Virus
ICD	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme
PEI	Paul-Ehrlich-Institut
PTK	Pool-Thrombozyten-Konzentrat
RKI	Robert Koch-Institut
StKB	Arbeitsgemeinschaft der Ärzte staatlicher und kommunaler Bluttransfusionsdienste
TFG	Transfusionsgesetz
TK	Thrombozyten-Konzentrat
TP	Therapeutisches Plasma
UKS	Universitätsklinikum des Saarlandes
VB	Vollblut
VBA	Visual Basic for Applications

1 Zusammenfassung

1.1 Deutschsprachige Zusammenfassung

Thrombozyten-Konzentrate werden bei Operationen sowie bei Patienten mit einem Mangel an Thrombozyten (Thrombozytopenie) oder mit einer Funktionsstörung der Thrombozyten (Thrombozytopathie) therapeutisch eingesetzt. Diese werden entweder aus Pools von 4-6 Vollblutspenden hergestellt oder durch Apherese von einzelnen Spendern gewonnen. In Deutschland werden die Patienten zurzeit zu 60% mit Apherese-Thrombozyten-Konzentraten und zu 40% mit Pool-Thrombozyten-Konzentraten versorgt. Trotz der Infektionskontrollen kann es bei der Transfusion von Blutprodukten zur Übertragung von, insbesondere neu auftretenden, infektiösen Agenzien kommen. Durch die Unterschiede in der Gewinnung und Verarbeitung der Thrombozyten-Konzentrate variiert die Zahl der beteiligten Spender, was sich auf die Spenderexposition der Patienten auswirkt.

Im ersten Teil dieser Arbeit wird ein mathematisches Modell entwickelt, mit dem sich die Anzahl potentiell kontaminierter Thrombozyten-Konzentrate, Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischer Plasmen bestimmen lässt. Zur Bestimmung der Anzahl potentiell kontaminierter Produkte wird die Zahl der beteiligten Spender je Produktart bestimmt und die Prävalenzen der vier bekannten Pathogene HIV, HCV, HBV sowie *Treponema pallidum* bei Vollblut- und Apherese-Spendern verwendet. Zusätzlich wird ein theoretischer Erreger mit einer Prävalenz von 1 zu 10000 simuliert. Als Grundlage für die HIV-, HBV-, HCV- und *Treponema pallidum*-Prävalenzen dienen die gesammelten Daten nach § 21 und § 22 Transfusionsgesetz aus den Jahren 2000 bis 2012. Mit dem entwickelten mathematischen Modell wird die bestehende Versorgung mit 60% Apherese- und 40% Pool-Thrombozyten-Konzentraten mit einer theoretischen Versorgung mit 100% Apherese-Thrombozyten-Konzentraten und mit einer theoretischen Versorgung mit 100% Pool-Thrombozyten-Konzentraten verglichen. Unter Einbeziehung der Erythrozyten-Konzentrate und der therapeutischen Plasmen werden die Versorgungsarten gegenübergestellt.

Im zweiten Teil wird betrachtet, wie sich die beiden Arten der Thrombozyten-Konzentrate hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einen Erreger zu übertragen unterscheiden. Dabei wird ebenfalls berücksichtigt, dass die Empfänger von Thrombozyten i.d.R. weitere Blutprodukte wie Erythrozyten und Plasma benötigen. Als

Grundlage dient ein Datensatz von 4 Jahren (2010 bis 2013) mit der Anzahl der transfundierten Präparate bei Patienten am Universitätsklinikum des Saarlandes in Homburg. Für jeden Patienten werden die ihm transfundierten Thrombozyten- und Erythrozyten-Konzentrate sowie therapeutischen Plasmen bestimmt. Mit diesen Summen an transfundierten Blutprodukten und der Anzahl potentiell kontaminierter Präparate je Produktart und Erreger aus Teil 1 lässt sich die Wahrscheinlichkeit, einem Patienten ein oder mehrere potentiell kontaminierte Präparate zu transfundieren, ermitteln.

In dem Betrachtungszeitraum von 13 Jahren schwankt die Anzahl potentiell kontaminierter Präparate, sowohl bei der bestehenden Mischversorgung, als auch bei den zwei theoretischen Versorgungsarten mit 100% Pool- oder Apherese-Thrombozyten-Konzentraten. Es zeigt sich, dass keine Versorgungsart kontinuierlich die niedrigste Anzahl von potentiell kontaminierten Präparaten sicherstellt. Je nach betrachtetem Jahr und Anzahl bestätigt positiver Spender je Spenderkollektiv ergeben sich Unterschiede darin, welche Versorgungsart die geringste Anzahl an potentiell kontaminierten Präparaten aufweist. Die Berechnungen des absoluten Risikos für jede Versorgungsart und des relativen Risikos zwischen den Versorgungsarten zeigen, dass über die Jahre und auf die verschiedenen Erreger gesehen keine der Versorgungsarten nur Risikosenkungen oder Risikoerhöhungen verursacht.

Ähnliche Ergebnisse liefert die Analyse der Patientendaten des Universitätsklinikums des Saarlandes. Diese legen dar, dass die Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren, für die verschiedenen Arten von Thrombozyten-Konzentraten über die Jahre und Erreger variiert. Der berechneten Risikofaktoren in den betrachteten Jahren zwischen einer ausschließlichen Versorgung mit Apherese-Thrombozyten-Konzentraten und einer Versorgung mit Pool-Thrombozyten-Konzentraten bestätigt die Ergebnisse aus Teil 1 der Arbeit, da sich in den betrachteten Jahren für beide Versorgungsarten sowohl Risikoerhöhungen als auch Risikosenkungen ergeben.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass minimale Schwankungen der Prävalenz der Erreger, besonders unter den Apheresespendern, deutliche Erhöhungen der Anzahl kontaminierter Präparate zur Folge haben kann. Da die Schwankungen produktspezifisch differieren, deutet dies auf signifikante Unterschiede zwischen den Spenderpopulationen bzgl. der Erregerprävalenz hin. Darüber hinaus zeigen die

mathematischen Herleitungen, dass die Spendenanzahl je Spender keinen Einfluss auf die Anzahl potentiell kontaminierter Präparate hat. Die Analyse der Patientendaten am Universitätsklinikum des Saarlandes bestätigt die Ergebnisse aus Teil 1. Das Verhältnis der Anzahl transfundierter Thrombozyten- und Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischer Plasmen sowie die Prävalenz der verschiedenen Erreger der Spenderpopulationen beeinflussen die Wahrscheinlichkeit der Transfusion potentiell kontaminierter Präparate. Auch dies deutet auf wesentliche Unterschiede der Spenderkollektive hin.

1.2 Englischsprachige Zusammenfassung

Platelet concentrates are utilized during medical surgeries as well as to treat patients with blood platelet deficiency (thrombocytopenia) or blood platelet disorders (thrombocytopathy). They are either obtained from a pool of 4-6 whole blood donations or by apheresis from a single donor. In Germany the patient supply is split into 60% apheresis-concentrates and 40% pool-concentrates. In spite of the infection control systems, it can happen that infectious agents are transmitted during a blood transfusion, especially newly emerging ones. Differences in the production of the platelet concentrates cause variations in the number of involved donors and the donor exposition of patients.

In the first part of this work a mathematical model is developed to estimate the number of potentially contaminated platelet concentrates, red cells and plasma. Therefore, the number of involved donors was determined for each blood product taking into account the prevalence of the four known pathogens HIV, HCV, HBV and *Treponema pallidum*. In addition, an unknown pathogen with a prevalence of 1:10000 was calculated. Calculations were based on data collected between 2000 and 2012 according to § 21 and § 22 of the German transfusion law. The mathematical model was used to compare the actual mixed supply (60% apheresis and 40% pool platelets) with an assumed supply of 100% apheresis and of 100% pool platelets, respectively. By taking into account the red cells and plasma, the three different supply types were compared against each other.

In the second part of the study the difference between apheresis and pool platelets with regard to the probability to transmit an infectious agent were analysed. It was into account that patients receiving platelets often need also red cells and plasma. The analysis is based on a data of the Saarland University Hospital containing the number of transfused blood preparations over 4 years (2010 to 2013). For each patient the number of transfused platelet, red cells and plasma units were determined. The probability of transfusing a patient one or more potentially contaminated preparations were calculated by using the total number and the number of potentially contaminated preparations from the first part of this work.

The results of the first part show that within the analyzed time period of 13 years the number of potentially contaminated preparations varied in the current mixed supply as well as in both assumed 100% supply types. No supply type is able to ensure a

continuously low number of potentially contaminated preparations. Depending on the year and amount of confirmed positive donors in the donor population (apheresis or whole blood), different supply types showed the lowest number of potentially contaminated preparations. The calculations of the absolute risk for each supply type and the relative risk between the supply types indicate that, over the years and with regard to different pathogens, none of the compared supply types resulted only in risk reduction or risk increase.

Similar results are obtained from the analysis of the patient data in part two of the study. The results show that the probability of transfusing potentially contaminated blood products varies over the years and pathogens for the two platelet preparations. The calculated risk factor between an exclusive supply with apheresis and pool platelets showed a risk increase as well as a risk reduction in both supply types within the analyzed years confirming by that the results of the first part of this work.

The results of this work show that small variations of the prevalence of the pathogens, especially within the group of apheresis donors, can lead to a considerable increase of contaminated preparations. Furthermore, the calculations show that the number of donations per donor has no influence on the number of potentially contaminated blood products. The analysis of the patient data of the Saarland University Hospital confirmed the results of part one of the study. The relation between the number of transfused platelet, red cell and plasmas units as well as the prevalence of the different pathogens affected the probability of transfusing potentially contaminated blood products.

2 Einleitung

Blut kann nicht beliebig „produziert“ werden, sondern stammt von Spendern, die ihr Blut geben, um kranken Menschen zu helfen. Aus diesem biologischen „Ausgangsstoff“ Vollblut, welcher aus verschiedenen Komponenten besteht, können mehrere Blutpräparate gewonnen werden. Als Arzneimittel sollen diese größtmögliche therapeutische Effekte bei möglichst geringen Nebenwirkungen sowie Risiken aufweisen.

Um die Qualität der hergestellten Blutkomponenten sicherzustellen, müssen die Produktionsprozesse standardisiert sein. Kontrollen (z.B. Qualitätskontrolle, infektionsserologische Untersuchungen) sollen belegen, dass durch Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften für Spenderauswahl, Entnahme, Verarbeitung und Lagerung des Blutes, Blutkomponenten mit vergleichbaren therapeutischen Wirkungen und Risikoprofilen zur Anwendung kommen [1].

Ein pharmazeutisches Produkt, das aus menschlichem Blut gewonnen wird, ist das Thrombozyten-Konzentrat. Thrombozyten erfüllen verschiedene Funktionen. Dabei handelt es sich in erster Linie um prokoagulatorische Aufgaben im hämostatischen System [2]. Eine therapeutische Anwendung von Thrombozyten hat sich im Vergleich zu anderen Blutprodukten spät etabliert. Als sich mit der Verfügbarkeit von zytostatisch wirksamen Medikamenten die Möglichkeit eröffnete, therapeutische Strategien gegen Leukämie zu entwickeln, traten Blutungskomplikationen in den Vordergrund [3]. In den Phasen klinischer Blutungsneigung wurde oft eine Thrombozytopenie bei den betroffenen Patienten beobachtet. Daraus entwickelte sich die Idee, die fehlenden Thrombozyten durch Transfusion zu ersetzen [4]. Der klinische Einsatz von Thrombozyten-Konzentraten nimmt in der modernen Medizin stetig zu [5]. Durch die Möglichkeit der Transfusion von Thrombozyten konnte die Anzahl der durch schwere Blutungskomplikationen verursachten Todesfälle reduziert werden. Damit stellen Thrombozyten-Konzentrate einen wesentlichen Fortschritt in der Medizin dar [5].

Es gibt in Deutschland zwei Arten von Thrombozyten-Konzentraten:

- Apherese-Thrombozyten-Konzentrate
- Pool-Thrombozyten-Konzentrate

Ein Apherese-Thrombozyten-Konzentrat (ATK) wird maschinell mit Hilfe eines Zellseparators von einem einzelnen Spender gewonnen. Bei der Apherese wird Blut aus einer Armvene des Spenders entnommen und in ein geschlossenes, steriles Schlauchsystem überführt. Dort vermischt es sich mit einer Antikoagulanzlösung (ACDA), welche die Blutgerinnung blockiert. Eine Zentrifuge trennt die Blutbestandteile entsprechend ihrer Dichte in Schichten auf. Dadurch können die Thrombozyten in einer bestimmten Schicht abgesammelt werden. Alle nicht benötigten Bestandteile werden dem Spender zurückgeleitet [6]. Während der Apherese oder danach findet eine Abreicherung der noch vorhandenen Leukozyten, eine sogenannte Leukozytendepletion, statt. Je nach Thrombozytenzahl des Spenders lassen sich zwei bis maximal drei Thrombozyten-Konzentrate bei einer Apherese-Spende gewinnen. ATKs machen zurzeit ca. 60% aller Thrombozyten-Konzentrate in Deutschland aus [7].

Ein Pool-Thrombozyten-Konzentrat (PTK) besteht aus den Thrombozyten mehrerer Vollblutspenden. Hierzu werden die Thrombozyten mittels eines Zentrifugationsschritts in den Vollblutbeuteln zunächst in einer Buffy-Coat genannten Schicht angereichert, dann separiert und gepoolt [6]. Zur Herstellung werden AB0 Blutgruppengleiche Buffy-Coats von 4-6 Spenden zusammengeführt. Die Anzahl richtet sich nach der angestrebten Thrombozytenmenge zum Erreichen einer therapeutischen Standarddosis für Erwachsene und der Ausbeute des Herstellungsverfahrens. Durch eine hohe Standardisierung und Automatisierung des Verfahrens reichen in der Regel 4 Buffy-Coats aus, um eine Einheit mit $\geq 3 \times 10^{11}$ Thrombozyten zu präparieren. In Deutschland machen die PTKs gegenwärtig 40% aller Thrombozyten-Konzentrate aus [7].

Beide Varianten ATK und PTK sind bei $+22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ zu lagern. Die Anforderungen an die Qualität beider Produktvarianten sind gleich und in den Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie) festgelegt [1].

Folgende Kriterien müssen erfüllt sein:

- Thrombozytengehalt: $> 2 \times 10^{11}$ Thrombozyten/Einheit
- Restleukozyten: $< 1 \times 10^6$ Leukozyten/Einheit
- Resterythrozyten: $< 3 \times 10^9$ Erythrozyten
- pH-Wert bei $+22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$: 6,4 – 7,8
- Visuelle Kontrolle: Beutel unversehrt; beobachtbarer „Swirling“-Effekt

Anlässlich jeder Spende von ATKs und jeder Vollblutspende zur Herstellung von PTKs werden die Spender über einen Fragebogen und anhand einer ärztlichen Untersuchung auf Tauglichkeit geprüft. Des Weiteren wird dem Spender eine Blutprobe entnommen, um infektionsserologische Tests auf das Humane Immundefizienz-Virus (HIV), das Hepatitis-C-Virus (HCV), das Hepatitis-B-Virus (HBV) und das Bakterium *Treponema pallidum* durchzuführen [1].

Trotz dieser Qualitäts- und Infektionskontrollen kann es bei Transfusionen von Blutprodukten grundsätzlich zur Übertragung von infektiösen Agenzien wie Viren, Bakterien oder anderen Partikeln kommen. Denn die Tests können keine ganz frischen Infektionen erkennen. Befindet sich ein Spender in der sogenannten Fensterphase, wenige Tage bis vier Wochen nach Infektion, kann das Blut z.B. HI-Viren enthalten, obwohl der HIV-Test negativ ist. Weusten et al. [8] hat dazu ein mathematisches Modell publiziert, um das Restrisiko von HBV-, HCV- und HIV-Übertragungen zu beschreiben. Bei Thrombozyten-Konzentraten (TK) ist auch die Gefahr von bakteriellem Wachstum erhöht, da ideale Bedingungen durch die Lagerung bei Raumtemperatur gegeben sind.

Das schlimmste vorstellbare Szenario wäre das Auftreten eines durch Blut übertragbaren neuen Erregers mit einem langen Zeitfenster zwischen Infektion und dem Auftreten klinischer Symptome bei den infizierten Personen. Bis die Relevanz erkannt und vorbeugende Maßnahmen durchgeführt würden, könnte der Erreger bereits mittels Blutprodukten übertragen worden sein.

2.1 Fragestellung und Aufbau der Arbeit

Bedingt durch die verschiedenen Verfahren der Gewinnung und Verarbeitung der ATKs und PTKs werden unterschiedlich viele Spender für diese Thrombozyten-Konzentrate benötigt [9-13]. Daraus resultieren Unterschiede bei der Spenderexposition für jeden transfundierten Patienten [14]. Diese Spender lassen sich in zwei Populationen (Apherese- und Vollblutspender) mit unterschiedlichen Infektionsrisikoprofilen unterteilen [15-19]. In dieser Arbeit soll folgende Fragestellung geklärt werden: Wie wirken sich die Spenderpopulationen mit ihren spezifischen Risikoprofilen und die Art der Versorgung mit Präparaten auf die relative und absolute Anzahl kontaminierter Thrombozyten-Konzentrate unter den ausgelieferten Präparaten aus? Mittels Echtdateen der Universitätsklinik Homburg wird geprüft, welchen Effekt die verschiedenen Ergebnisse der Modelle der Versorgungsarten auf eine Patientenversorgung haben.

Die Anzahl ausgelieferter Thrombozyten-Konzentrate (ATKs plus PTKs) bilden die Gesamtversorgung in Deutschland, die eine Mischversorgung darstellt. Diese Mischversorgung lässt sich mit einer theoretischen 100%, d.h. ausschließlichen ATK- bzw. 100% PTK-Versorgung, vergleichen. Diese Betrachtung wird in dieser Arbeit als Produktionsbetrachtung bezeichnet. Darüber hinaus werden die anfallenden, kontaminierten Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen berechnet und einbezogen. Dadurch lässt sich die Gesamtzahl der kontaminierten Blutkomponenten je Versorgungstyp bestimmen und gegenüberstellen, um Unterschiede zu erkennen und abzuleiten.

In einem zweiten Teil wird analysiert, wie sich die beiden Produktvarianten ATK und PTK hinsichtlich ihrer Spenderexposition bei Patienten und der Wahrscheinlichkeit der Übertragung von Erregern bei der Transfusion von Blutpräparaten unterscheiden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Empfänger von Thrombozyten in vielen Fällen weitere Blutkomponenten wie Erythrozyten und Plasma erhalten. Dieser Abschnitt wird Patientenbetrachtung genannt.

3 Material und Methodik

3.1 Produktionsbetrachtung

In diesem Abschnitt sind die Daten und Vorgehensweise zur Berechnung der beteiligten Spender und der anfallenden kontaminierten Blutkomponenten während der Produktion beschrieben. Dabei werden drei Versorgungstypen, die Mischversorgung mit ATKs und PTKs, eine theoretische 100% ATK-Versorgung und eine theoretische 100% PTK-Versorgung modelliert und statistisch verglichen. Zusätzlich fließen bei den Betrachtungen die bei der Versorgung anfallenden, kontaminierten Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen mit ein. Wie stark und um welchen Faktor sich die Versorgungstypen hinsichtlich ihres Risiko, kontaminierte Blutkomponenten zu übertragen, unterscheiden, lässt sich mit dem absoluten und relativen Risiko ausdrücken.

3.1.1 Datengrundlage

Die vom Robert Koch-Institut (RKI) erfassten und publizierten Daten zu den Infektionen unter Blut- und Plasmaspendern in Deutschland gemäß § 22 Transfusionsgesetz (TFG) [20], dienen zur Bestimmung der Prävalenzen von HIV, HBV, HCV und Syphilis unter den Spendern. Da PTKs aus Buffy-Coats von Vollblutspenden gewonnen werden, entspricht die Prävalenz der Erreger bei PTKs der Prävalenz unter Vollblutspendern. Die Meldedaten des RKI werden auf die Mehrfachspender beschränkt, denn Blutspende-Einrichtungen ziehen in der Regel Vollblutspenden von Erstspendern nicht für die TK-Herstellung heran [6].

Die Gesamtdaten aus freigegebenen und bei den Herstellern verfallenen Blutpräparaten werden gemäß § 21 TFG vom Paul-Ehrlich-Institut (PEI) gesammelt [21] und in Berichten veröffentlicht. Die Zahl der jährlich bei den Herstellern verfallenen Präparate wurde von der Zahl der freigegebenen Präparate subtrahiert, um daraus die Zahl der ausgelieferten Produkte zu erhalten. Die Summe der ausgelieferten ATKs und PTKs stellen die Gesamtzahl der von den Anwendern angeforderten/benötigten Thrombozyten-Konzentrate dar. Addiert mit den ausgelieferten Erythrozyten-Konzentraten und therapeutischen Plasmen stellt dies die jetzige Versorgungssituation in Deutschland dar (Mischversorgung). Die Meldedaten der Anwenderseite werden nicht verwendet, da sich die Rücklaufquote erst seit 2010/2011 auf ein verlässliches Niveau (96%) eingependelt haben.

Bei einer theoretischen 100% ATK-Versorgung wird der Bedarf der insgesamt benötigten Thrombozyten-Konzentrate nur durch ATKs, bei einer theoretischen 100% PTK-Versorgung der Gesamtbedarf an Thrombozyten-Konzentraten nur durch PTKs gedeckt. Die Infektionsdaten für Blut- und Plasmaspender nach § 22 TFG sind bis 2012 veröffentlicht [20]. Daher werden die Daten beider Paragraphen für den Zeitraum 2000 bis 2012 betrachtet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zusammenfassung der Meldedaten aus den Berichten [20, 21] zu § 21 TFG (RKI) und § 22 TFG (PEI) getrennt nach Produkt und Art der Spende. Die Meldedaten zum § 21 sind auf die Mehrfachspender beschränkt.

Art	Jahr	Meldedaten nach § 22 TFG (RKI)					Meldedaten nach § 21 TFG (PEI)		
		Anzahl Spender	Infektionen / 100000				Freigegebene Blutprodukte	Anteil Verfall	Ausgelieferte Blutprodukte
Apherese-Thrombozyten-Konzentrat	2000	42853	2,3	2,3	0	2,3	205730	11659	194071
	2001	33007	0	0	3,0	0	215191	12215	202976
	2002	24388	0	0	0	0	220673	14224	206449
	2003	27471	7,3	3,6	3,6	0	224770	6081	218689
	2004	26580	3,8	0	7,5	3,8	238083	10426	227657
	2005	29625	6,8	0	0	3,4	247994	10102	237892
	2006	41907	2,4	0	0	14,3	258654	9638	249016
	2007	40668	2,5	0	0	4,9	287121	8518	278603
	2008	35995	8,3	2,8	0	5,5	299503	11660	287843
	2009	36523	5,5	2,7	5,5	8,2	304447	15931	288516
	2010	36791	2,7	0	0	5,4	335856	17409	318447
	2011	39934	5,0	0	7,5	2,5	347582	18601	328981
	2012	39397	5,1	0	0	2,5	362709	18027	344682
Pool-Thrombozyten-Konzentrat (aus Vollblut)	2000	2194140	1,5	2,2	7,4	2,6	86666	12616	74050
	2001	2164677	1,0	3,5	3,1	3,6	125221	24321	100900
	2002	2197471	1,4	3,9	2,7	4,9	145312	25490	119822
	2003	2231348	1,5	2,6	2,2	4,2	131347	21039	110308
	2004	2240418	2,2	2,9	1,1	4,7	160552	24510	136042
	2005	2252234	2,1	3,2	2,0	5,2	171120	18339	152781
	2006	2224382	1,8	2,7	1,6	3,8	184847	19287	165560
	2007	2305312	1,5	2,4	1,5	4,1	193068	22910	170158
	2008	2236489	2,3	2,1	1,3	4,4	206962	22872	184090
	2009	2347257	1,8	2,3	0,5	3,8	215468	37639	177829
	2010	2378789	2,3	2,2	0,8	3,9	221273	34155	187118
	2011	2393168	2,3	1,8	0,9	4,2	226202	35449	190753
	2012	2317397	2,8	2,1	1,1	4,9	226206	27992	198214
Erythrozyten-Konzentrat (aus Vollblut)	2000	Gleiche Daten wie bei Pool-Thrombozyten-Konzentrat, da von denselben Vollblutspendern stammend					4095416	85823	4009593
	2001						4150174	71703	4078471
	2002						4289863	118234	4171629
	2003						4106981	129547	3977434
	2004						4415363	130057	4285306
	2005						4454309	121620	4332689
	2006						4422692	90635	4332057
	2007						4572587	74293	4498294
	2008						4707145	62857	4644288
	2009						4749244	64367	4684877
	2010						4765145	102152	4662993
	2011						4786732	135001	4651731
	2012						4616761	114007	4502754
Therapeutisches Plasma (aus Vollblut)	2000	Gleiche Daten wie bei Pool-Thrombozyten-Konzentrat, da von denselben Vollblutspendern stammend					1484997	29234	1455763
	2001						1396395	23977	1372418
	2002						1203626	20556	1183070
	2003						1054721	26902	1027819
	2004						1104814	27976	1076838
	2005						1012761	20993	991768
	2006						1025680	14171	1011509
	2007						1275007	9855	1265152
	2008						1231869	14095	1217774
	2009						1215550	12031	1203519
	2010						1199987	10408	1189579
	2011						1143025	17101	1125924
	2012						1527496	15921	1511575

Zur Ermittlung der benötigten Spender je Präparate-Art wurde die maximal mögliche und zusätzlich eine mittlere Anzahl an Spenden pro Spender und Jahr verwendet. Der Zeitraum zwischen zwei Blutspenden soll im Regelfall 12 Wochen, mindestens aber 8 Wochen (Tag der Blutspende plus 55 Tage) betragen [1]. Männer können 6-mal und Frauen 4-mal pro Jahr Vollblut (500ml) spenden, das zur Herstellung von Pool-Thrombozyten-Konzentraten verwandt werden kann. Mit den 6 Spenden der Männer könnten, bei einer unbemerkten Infektion, die meisten Übertragungen stattfinden. Demnach stellen diese 6 Spenden das Worst Case Szenario dar. Aus diesem Grund können die 4 Spenden der Frauen vernachlässigt werden. Aus den Meldedaten nach § 21 und § 22 geht ein aufgerundeter Mittelwert von 2 Vollblutspenden pro Spender und Jahr zur Herstellung von PTKs hervor. Diese Werte werden auch für die Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen angenommen [6].

Zur Herstellung einer therapeutischen Thrombozyten-Dosis aus Vollblutspenden benötigt man 4-6 Buffy-Coats. Die Berechnung der Anzahl kontaminierter Präparate wird daher mit 4, 5 und 6 Buffy-Coats durchgeführt.

In einem Jahr darf ein Apheresespende maximal 26 Thrombozytapheresen leisten. Dabei können Zyklen von täglichen Thrombozytapheresen (ohne gleichzeitige Plasmapheresen) über bis zu 5 Tage durchgeführt werden. Nach einem 5-Tage-Zyklus ist, bis zur nächsten Einzelspende, ein Abstand von mindestens 14 Tagen einzuhalten. Ein erneuter 5-Tage-Zyklus ist unter besonderer Beachtung der Thrombozyten-Werte frühestens nach 3 Monaten möglich [1]. Für die Thrombozytapheresen errechnet sich anhand der Meldedaten ein aufgerundeter Durchschnitt von 5 Spenden pro Spender und Jahr [6].

3.1.2 Vorgehensweise

Die Versorgung mit Thrombozyten-Konzentraten in Deutschland findet mit einem größeren Anteil an ATKs (60%) und einem kleineren Anteil an PTKs (40%) statt [7]. Dies stellt eine Mischversorgung dar, bei der das Risiko für kontaminierte Präparate durch zwei verschiedene Spenderpopulationen (Apheresespender und Vollblutspender) und Herstellungsverfahren bestimmt wird. Die Mischversorgung lässt sich hinsichtlich des Risikos mit zwei theoretischen 100% Versorgungslösungen vergleichen. Diese sind eine 100% ATK-Versorgung und eine 100% PTK-Versorgung.

Zur Bestimmung der Menge an kontaminierten Produkten wird die Anzahl beteiligter Spender je Produktart bestimmt. Weiterhin fließen die Prävalenzen der vier Pathogene HIV, HCV, HBV und *Treponema pallidum* ein und dienen als theoretische Werte zur Simulation mit dem mathematischen Modell. Diese werden als Richtwerte herangezogen, mit denen sich theoretische Situationen mit ähnlichen Erregern simulieren lassen. Die Prävalenzen von vorgetesteten Mehrfachspender liegen signifikant unter den Erreger-Prävalenzen von Erstspendern [22]. Gleichzeitig werden durch den in Deutschland eingesetzten Spenderfragebogen zur Anamnese der Spender Risikogruppen vor der Spende ausgeschlossen. Somit stimmen die Erreger-Prävalenzen der Spender nicht mit den Prävalenzen der Gesamtbevölkerung in Deutschland überein. Aus diesem Grund betrachtet diese Arbeit zusätzlich einen theoretischen Erreger (z.B. einen HIV-ähnlichen Erreger) mit der Prävalenz von 1 zu 10000. Somit lässt sich mit dem Modell das Risiko für ein eventuell in der Zukunft auftretendes Pathogen simulieren.

Gleichzeitig lassen sich bei diesen Berechnungen und Vergleichen die Faktoren und Einflussgrößen ermitteln, die das Risiko determinieren.

3.1.3 Mathematische Herleitung

Die Gleichungen (1)-(8) zeigen die Berechnungen der Anzahl beteiligter Spender und die mit der Anzahl infizierter Spender resultierenden kontaminierten ATKs und PTKs sowie Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen. Die Berechnung der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten führt zu Ergebnissen mit Bruchzahlen, daher werden diese auf die nächste ganze Zahl gerundet. In den Gleichungen werden „Erythrozyten-Konzentrat“ mit EK und „Therapeutisches Plasma“ mit TP abgekürzt.

Die Gesamtzahl an Blutprodukten, die während des betrachteten Zeitraums zur Behandlung von Patienten erforderlich waren, definiert sich durch die Anzahl der dokumentierten ausgelieferten Produkte. Diese Zahlen stammen aus den Jahresberichten des PEI nach § 21 TFG und sind fixe Zahlen in den Berechnungen.

Die Anzahl beteiligter Spender, die erforderlich sind, um die zur Behandlung von Patienten benötigte Anzahl an PTK herzustellen, ist abhängig von:

- a) der Anzahl jährlich ausgelieferter PTKs
- b) der Anzahl gepoolter Buffy-Coats für ein PTK
- c) der mittleren Anzahl Spenden von Vollblutspendern im Jahr

$$\text{beteiligte Spender PTKs} = \frac{\text{jährlich ausgelieferte PTKs} \cdot \text{Anzahl Buffy-Coats}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (1)$$

Die Gesamtzahl an Blutspenden mit einem positiven Testergebnis für einen bestimmten Erreger ergibt sich aus der dokumentierten Anzahl an Spenden mit einem bestätigt positiven Test für den jeweiligen Erreger im entsprechenden Zeitraum (Prävalenz). Die Prävalenzen von HIV, HBV, HCV und Syphilis unter Mehrfachspendern bei den Apherese- und Vollblutspendern (für ATK und PTK werden typischerweise nur Spenden von Mehrfachspendern verwendet) stammen aus den Jahresberichten des RKI nach § 22 TFG

Die Anzahl kontaminierter PTKs hängt ab von:

- a) der Prävalenz des Erregers: Zahl der infizierten Vollblutspender / Gesamtzahl der Vollblutspender
- b) der Anzahl beteiligter Spender für PTKs aus Gleichung (1)
- c) der mittleren Anzahl Spenden von Vollblutspendern im Jahr

$$\text{kontaminierte PTKs} = \text{Prävalenz Vollblutspender} \cdot \text{beteiligte Spender PTKs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (2)$$

Folglich kann die Anzahl der weiteren kontaminierten Blutprodukte mit diesen Gleichungen berechnet werden:

$$\text{beteiligte Spender ATKs} = \frac{\text{jährlich ausgelieferte ATKs}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (3)$$

$$\text{kontaminierte ATKs} = \text{Prävalenz ATKs} \cdot \text{beteiligte Spender ATKs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (4)$$

$$\text{beteiligte Spender EKs} = \frac{\text{jährlich ausgelieferte EKs}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (5)$$

$$\text{kontaminierte EKs} = \text{Prävalenz Vollblutspender} \cdot \text{beteiligte Spender EKs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (6)$$

$$\text{beteiligte Spender TPs} = \frac{\text{jährlich ausgelieferte TPs}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (7)$$

$$\text{kontaminierte TPs} = \text{Prävalenz Vollblutspender} \cdot \text{beteiligte Spender TPs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (8)$$

Die Summe der kontaminierten ATKs, PTKs, EKs und TPs ergibt die Gesamtmenge der kontaminierten Präparate unter den Blutprodukten der Mischversorgung in Deutschland. Dazu werden in der folgenden Gleichung (9) die Ergebnisse der Gleichungen (2), (4), (6) und (8) addiert.

$$\text{Summe kontaminierter Präparate Mischversorgung} = \text{kontaminierte (ATKs + PTKs + EKs + TPs)} \quad (9)$$

Bei einer 100% ATK-Versorgung wird die Anzahl kontaminierter Produkte analog berechnet. Dabei müssen die Mengen an jährlich ausgelieferten ATKs und PTKs zur Berechnung der beteiligten Spender addiert werden, da diese die Gesamtmenge an benötigten Thrombozyten-Konzentraten darstellen. In Gleichung (12) wird die Gesamtsumme der kontaminierten Präparate aller Blutprodukte gebildet. Dazu werden die Ergebnisse der Gleichungen (6), (8) und (11) summiert.

$$\text{beteiligte Spender 100\% ATKs} = \frac{\text{jährlich ausgelieferte ATKs} + \text{jährlich ausgelieferte PTKs}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (10)$$

$$\text{kontaminierte 100\% ATKs} = \text{Prävalenz ATKs} \cdot \text{beteiligte Spender 100\% ATKs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (11)$$

$$\text{Summe kontaminierter Präparate 100\% ATK – Versorgung} = \text{kontaminierte (100\% ATKs + EKs + TPs)} \quad (12)$$

Bei einer 100% PTK-Versorgung muss die Summe der Thrombozyten-Konzentrate (ATKs + PTKs) mit der Anzahl verwendeter Buffy-Coats multipliziert werden, um die Anzahl beteiligter Spender zu berechnen. Die Anzahl kontaminierter Produkte berechnet sich wie bei den vorhergehenden Versorgungsarten. In Gleichung (15) wird die Summe der kontaminierten Präparate aus den Ergebnissen der Gleichungen (6), (8) und (14) gebildet.

$$\text{beteiligte Spender 100\% PTKs} = \frac{(\text{ausgelieferte ATKs} + \text{ausgelieferte PTKs}) \cdot \text{Anzahl Buffy-Coats}}{\frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}}} \quad (13)$$

$$\text{kontaminierte 100\% PTKs} = \text{Prävalenz PTKs} \cdot \text{beteiligte Spender 100\% PTKs} \cdot \frac{\text{Anzahl Spenden}}{\text{Spender im Jahr}} \quad (14)$$

$$\text{Summe kontaminierter Präparate 100\% PTK – Versorgung} = \text{kontaminierte (100\% PTKs + EKs + TPs)} \quad (15)$$

3.1.4 Absolutes Risiko

Das absolute Risiko beschreibt die Wahrscheinlichkeit für den tatsächlichen Eintritt eines Ereignisses. In der Produktionsbetrachtung handelt es sich bei dem Ereignis um die Entstehung von kontaminierten Blutkomponenten getrennt nach den verschiedenen Erregern. Dabei bezieht sich die Wahrscheinlichkeit des absoluten Risikos auf einen bestimmten Zeitraum. In diesem Modell bezieht sich der Zeitraum auf ein Jahr und wird für jede Versorgungsart (Mischversorgung, 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung) bestimmt. Das absolute Risiko wird zur Übersichtlichkeit auf 100000 Produkte angegeben. Die Gleichung (16) veranschaulicht die Bestimmung des absoluten Risikos [23].

$$\text{Absolutes Risiko} = \frac{\text{Summe kontaminierte Blutkomponenten Versorgungsart}}{\text{Summe ausgelieferte Blutprodukte}} \quad (16)$$

3.1.5 Relatives Risiko

Beim relativen Risiko wird das Verhältnis zweier absoluter Risiken betrachtet. Es beschreibt, um welchen Faktor sich das Risiko zwischen zwei Gruppen unterscheidet und stellt somit das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten für ein Ereignis bzw. Merkmal dar. Das relative Risiko berechnet sich aus der Division dieser beiden Wahrscheinlichkeiten.

Beispiel: Bei einer Erkrankungsrate bei Exponierten von 0,2 (20%) und einer Erkrankungsrate bei Nicht-Exponierten von 0,075 (7,5%) ergibt sich der Quotient

$0,200/0,075 = 2,667$. D.h. das Erkrankungsrisiko bei Exponierten ist 2,7mal so groß wie bei Nicht-Exponierten.

Dieser Quotient ermöglicht in diesem Fall eine Aussage über die Stärke der Verbindung kontaminierter Blutkomponenten und Versorgungsart. Die Vierfeldertafel in Tabelle 2 veranschaulicht die Variablen zur Berechnung des relativen Risikos [24].

Tabelle 2: Vierfeldertafel mit den Variablen für den Vergleich der Kontaminationsraten zwischen den Versorgungsarten

	Versorgungsart 1	Versorgungsart 2
kontaminierte Blutkomponenten	a	c
nicht kontaminierte Blutprodukte	b	d

Die Gleichung (17) beschreibt, wie sich das relative Risiko errechnet. Das relative Risiko wird zwischen der Mischversorgung und einer 100 % ATK-Versorgung, zwischen der Mischversorgung und einer 100 % PTK-Versorgung sowie zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung berechnet. Dabei kann es Werte zwischen 0 und unendlich annehmen. Ein Wert von 1 bedeutet, dass das Risiko zwischen den Versorgungsarten gleich ist. Je größer das relative Risiko ist, umso kleiner ist das absolute Risiko der Versorgungsart 2 (Risikosenkung durch Versorgungsart 2). Werte kleiner 1 deuten auf eine geringere Kontaminationsrate und somit auf ein geringeres absolutes Risiko der Versorgungsart 1 hin (Risikoerhöhung durch Versorgungsart 2).

$$\text{Relatives Risiko} = \frac{\text{Kontaminationsrate (absolutes Risiko) Versorgungsart 1}}{\text{Kontaminationsrate (absolutes Risiko) Versorgungsart 2}} = \frac{\frac{a}{(a+b)}}{\frac{c}{(c+d)}} \quad (17)$$

3.2 Patientenbetrachtung

In diesem Abschnitt wird das Modell zur Bestimmung und Bewertung des Risikos von transfusionsassoziierten Infektionen bei der Anwendung von Thrombozyten-Konzentraten beschrieben. Das Modell vergleicht die Risiken, die entstehen, wenn die Patienten entweder nur mit ATKs oder nur mit PTKs versorgt werden. Dabei findet Berücksichtigung, dass einigen Patienten noch weitere Blutpräparate transfundiert werden. Dieses Modell lässt sich in zwei Unterpunkte gliedern. Im ersten Unterpunkt wird die Spenderexposition der Patienten bei verschiedenen Arten von Blutpräparaten betrachtet. Der zweite Unterpunkt befasst sich mit der Wahrscheinlichkeit von potentiell kontaminierten Präparaten bei der Transfusion von Blutkomponenten.

3.2.1 Datengrundlage

Die Anzahl der transfundierten Präparate bei Patienten stammt aus dem Datenbestand des Universitätsklinikums des Saarlandes in Homburg. Die Daten umfassen 4 Jahre von 2010 bis 2013. Diese beinhalten nur Patienten, denen Thrombozyten-Konzentrate und ggf. auch Erythrozyten-Konzentrate und therapeutische Plasmen transfundiert werden. Zur Selektion der Daten aus der Datenbank wurde ein SAP-Report ausgeführt. Mittels SAP-Reports können Informationen aus Datenbanken abgerufen, verarbeitet und in Form von Grafiken und Tabellen dargestellt werden. Folgende Parameter wurden als Tabellen exportiert:

- Patienten-ID
- Geburtsdatum des Patienten
- Datum der Transfusion
- ICD-10 Code der Hauptdiagnose
- Fallnummer
- Anzahl transfundierter Thrombozyten-Konzentrate
- Anzahl transfundierter Erythrozyten-Konzentrate
- Anzahl transfundierter therapeutischer Plasmen

Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht der Anzahl der Patienten und die transfundierten Blutpräparate.

Tabelle 3: Anzahl Patienten mit TK-Transfusion und Anzahl der transfundierten Blutkomponenten am Universitätsklinikum des Saarlandes

Jahr	Anzahl Patienten	Anzahl Thrombozyten-Konzentrate	Anzahl Erythrozyten-Konzentrate	Anzahl therapeutische Plasmen	Gesamtanzahl Präparate
2010	1010	5236	8161	2849	16300
2011	1141	6261	9718	2416	18395
2012	1308	5922	8562	2251	16735
2013	1182	5489	9785	1130	16404

Zur Entschlüsselung der ICD-10 Codes der Hauptdiagnosen und Zuordnung zur zuständigen Klinik wurde die Onlinefassung der Diagnosenklassifikation ICD-10-GM 2013 des deutschen Instituts für medizinische Dokumentation und Information verwendet [25]. Tabelle 4 stellt eine Übersicht über die Kapitel der Klassifikationen nach ICD-10-GM 2013 dar.

Tabelle 4: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision German Modification Version 2013 mit Zuordnung zur entsprechenden zuständigen Klinik des UKS

Kapitel	Gliederung	Titel	Klinik des UKS
I	A00-B99	Bestimmte infektiöse und parasitäre Krankheiten	Zentrum für Infektionskrankheiten
II	C00-D48	Neubildungen	Klinik für Innere Medizin I / Onkologie
III	D50-D90	Krankheiten des Blutes und der blutbildenden Organe sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems	Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie
IV	E00-E90	Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten	Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie
V	F00-F99	Psychische und Verhaltensstörungen	Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
VI	G00-G99	Krankheiten des Nervensystems	Klinik für Neurologie
VII	H00-H59	Krankheiten des Auges und der Augenanhangsgebilde	Klinik für Augenheilkunde
VIII	H60-H95	Krankheiten des Ohres und des Warzenfortsatzes	Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
IX	I00-I99	Krankheiten des Kreislaufsystems	Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie
X	J00-J99	Krankheiten des Atmungssystems	Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie
XI	K00-K93	Krankheiten des Verdauungssystems	Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie
XII	L00-L99	Krankheiten der Haut und der Unterhaut	Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie
XIII	M00-M99	Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes	Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie
XIV	N00-N99	Krankheiten des Urogenitalsystems	Klinik für Urologie und Kinderurologie
XV	O00-O99	Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett	Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin
XVI	P00-P96	Bestimmte Zustände, die ihren Ursprung in der Perinatalperiode haben	Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
XVII	Q00-Q99	Angeborene Fehlbildungen, Deformitäten und Chromosomenanomalien	Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
XVIII	R00-R99	Symptome und abnorme klinische und Laborbefunde, die anderenorts nicht klassifiziert sind	diverse Kliniken
XIX	S00-T98	Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen	diverse Kliniken
XX	V01-Y84	Äußere Ursachen von Morbidität und Mortalität	diverse Kliniken
XXI	Z00-Z99	Faktoren, die den Gesundheitszustand beeinflussen und zur Inanspruchnahme des Gesundheitswesens führen	diverse Kliniken
XXII	U00-U99	Schlüsselnummern für besondere Zwecke	diverse Kliniken

3.2.2 Vorgehensweise

Für jeden einzelnen Patienten wird die Anzahl der transfundierten Thrombozyten- und Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen bestimmt sowie daraus die Summe der transfundierten Präparate gebildet. Mit diesen Daten lässt sich untersuchen, wie sich die Produktarten ATK und PTK auf die Versorgung der Patienten auswirken. Zuerst wird für jeden Patienten bzw. Empfänger die Spenderexposition bestimmt. Als nächstes wird das Risiko ermittelt, potentiell kontaminierte Präparate zu erhalten. Dieses wird durch die verschiedenen Herstellungsverfahren bzw. Versorgungsarten und Spenderpopulationen der Thrombozyten-Konzentrate beeinflusst. Mit Hilfe der Anzahl der transfundierten Blutpräparate und der Anzahl potentiell kontaminierter Präparate je Produktart und Erreger (aus Kapitel 3.1) lässt sich die Wahrscheinlichkeit für einen Patienten berechnen, ein oder mehrere kontaminierte Präparate zu erhalten. Da die RKI Meldedaten nur bis 2012 publiziert sind, wurden für 2013 Mittelwerte der kontaminierten Blutkomponenten von 2010 bis 2012 berechnet. Im Betrachtungszeitraum gab es am UKS nur einen HBV NAT positiven Spender (2011). Somit ist die Erreger-Prävalenz der Spender am UKS für die Simulation nicht geeignet und die Infektionsdaten von Gesamtdeutschland des RKI werden verwendet.

Die Wahrscheinlichkeitsberechnungen beruhen auf dem Prinzip der Stichprobenziehung ohne Zurücklegen. Diese Wahrscheinlichkeit wird für jeden Patienten zweimal ermittelt. Die erste Wahrscheinlichkeit definiert sich aus einer Versorgung mit ATKs, die zweite aus einer Versorgung mit PTKs. Dabei bleiben die Wahrscheinlichkeiten für Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen bei jeder Versorgungsart gleich. Mittels dieser beiden Wahrscheinlichkeiten lässt sich der Unterschied im Risiko der beiden Versorgungsarten für jeden Patienten bestimmen. Wie schon in der Produktionsbetrachtung werden die vier Erreger HIV, HCV, HBV und *Treponema pallidum* sowie ein theoretischer Erreger getrennt betrachtet. Dabei lässt sich beobachten, wie sich deren Prävalenzen auf das Risiko auswirkt potentielle kontaminierte Blutkomponenten zu erhalten.

Darüber hinaus lassen sich mit diesem Modell Methoden und Maßnahmen ableiten, mit denen man das Risiko beeinflussen und minimieren kann.

3.2.3 Mathematische Berechnungen

3.2.3.1 Spenderexposition

Mittels der Anzahl transfundierter Blutpräparate und der Anzahl beteiligter Spender wurde die Gesamtzahl involvierter Spender pro Patient und Produktart berechnet. Die Anzahl beteiligter Spender unterscheidet sich zwischen ATKs und PTKs. Aus diesem Grund wurde für eine PTK-Versorgung und für eine ATK-Versorgung die Summe der beteiligten Spender errechnet. Die Anzahl beteiligter Spender der EKs und TPs fließen in diese Summen zusätzlich ein. Da PTKs nach „Poolen“ von 4, 5 oder 6 Buffy-Coats hergestellt werden, wird für jede Herstellungsvariante die Anzahl beteiligter Spender berechnet und berücksichtigt. Bei der großen Anzahl an Patienten werden die Ergebnisse als Mittelwerte, aufgerundet ab 0,1 auf die nächste ganze Zahl, getrennt nach Klinik angegeben. Mit einem t-Test werden die Unterschiede zwischen den Diagnoseklassen auf Signifikanz analysiert.

Darüber hinaus wird betrachtet, wie sich die einzelnen Blutpräparate auf die Spenderexposition der Patienten auswirken.

3.2.3.2 Wahrscheinlichkeit der Transfusion von potentiell kontaminierten Produkten

Die Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Blutkomponenten für eine Transfusion einzusetzen, wird durch das Herstellungsverfahren und die Spenderpopulation beeinflusst. Jedes zur Transfusion eingesetzte Blutpräparat hat die gleiche Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden. Bei der Wahl von Produkten spielt die Anzahl, die mögliche Anordnung und die Auswahl selbst eine große Rolle und zählt in der Kombinatorik zu der Lösung von kombinatorischen Abzählproblemen. Bei der Transfusion können die Präparate zwei mögliche Zustände einnehmen, kontaminiert oder nicht-kontaminiert, und folgen daher einer Binomialverteilung. Sie beschreibt die Anzahl der Erfolge in einer Reihe von gleichartigen und unabhängigen Versuchen, bei denen genau zwei mögliche Ergebnisse (in diesem Kontext „kontaminiert“ oder „nicht kontaminiert“) auftreten. In der Statistik ist dieses Problem auch bekannt als Urnenmodell. Urnenmodelle stehen stellvertretend für eine große Klasse von Zufallsexperimenten, wobei Urne und Kugeln durch andere Objekte entsprechend ersetzbar sind. Hierbei unterscheidet man Ziehungen mit Zurücklegen, bei denen jede Kugel nach ihrer Ziehung wieder in die Urne zurückzulegen ist und Ziehungen ohne Zurücklegen, bei denen eine gezogene Kugel nicht wieder zurückgelegt wird. Die Gabe

von Blutpräparaten ist vergleichbar mit dem Urnenmodell „Ziehen ohne Zurücklegen“. Aus diesem Grund kann die entsprechende Formel des Urnenmodells zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Präparate zu transfundieren, verwendet werden.

Die Formel (18) gibt das Ergebnis einer Stichprobenziehung ohne Zurücklegen, als Wahrscheinlichkeit für Patienten potentiell kontaminierte Produkte zu erhalten, wieder [24].

$$P(x = k) = \frac{\binom{r}{k} \cdot \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}} \quad (18)$$

Bestandteile der Formel (18):

- r Anzahl aller potentiell kontaminierter Präparate
- N Anzahl zur Verfügung stehender Präparate
- k Anzahl potentiell kontaminierter Präparate, die evtl. einem Patienten zugeführt werden
- n Gesamtzahl, dem Patienten transfundierte Präparate

Das nachfolgende Beispiel zeigt, wie die Formel anzuwenden ist:

Eins (r) von 10.000 (N) ausgelieferten Präparaten ist potentiell kontaminiert. Einem Patienten werden 10 (n) Präparate transfundiert. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit ein (k) kontaminiertes Präparat zu erhalten?

$$r = 1$$

$$N = 10000$$

$$k = 1$$

$$n = 10$$

$$P(k) = \frac{\binom{1}{1} \cdot \binom{10000-1}{10-1}}{\binom{10000}{10}} = 0,001$$

In diesem Beispiel liegt die Wahrscheinlichkeit, ein kontaminiertes Präparat zu erhalten, bei 0,1%.

Da sich die Blutpräparate hinsichtlich der Anzahl ausgelieferter Präparate, Anzahl transfundierter Präparate und Anzahl potentiell kontaminierter Präparate unterscheiden, wird für jede Art von Blutpräparat die Wahrscheinlichkeit berechnet, potentiell kontaminierte Präparate zu transfundieren. Aus diesem Grund werden

folgende sechs Wahrscheinlichkeiten für jeden Patienten ermittelt, um den Risikounterschied zwischen den Versorgungsarten zu bestimmen.

Erythrozyten-Konzentrate	$P(k)_{EK}$
Therapeutische Plasmen	$P(k)_{TP}$
Apherese-Thrombozyten-Konzentrate	$P(k)_{ATK}$
Pool-Thrombozyten-Konzentrate 4 Buffy-Coats	$P(k)_{PTK\ 4\ BC}$
Pool-Thrombozyten-Konzentrate 5 Buffy-Coats	$P(k)_{PTK\ 5\ BC}$
Pool-Thrombozyten-Konzentrate 6 Buffy-Coats	$P(k)_{PTK\ 6\ BC}$

Die zur Berechnung benötigten Mengen an kontaminierten Präparaten je Art von Blutpräparat werden mittels der Gleichungen (6), (8), (11) und (14) aus Kapitel 3.1.3 und den Meldedaten zu § 21 und § 22 TFG wie in Kapitel 3.1.1 angegeben der Produktionsbetrachtung bestimmt.

3.2.3.3 Risikofaktor

Zur Bestimmung des Risikounterschieds zwischen den betrachteten Versorgungsarten wird ein Faktor gebildet. Dieser Risikofaktor wird berechnet, indem für jede Versorgungsart die Wahrscheinlichkeiten, potentiell kontaminierte Präparate zu transfundieren, addiert und anschließend diese Summen dividiert werden. Dies ist definiert in der folgenden Gleichung (19).

$$Risikofaktor = \frac{P(k)_{PTK} + P(k)_{EK} + P(k)_{TP}}{P(k)_{ATK} + P(k)_{EK} + P(k)_{TP}} \quad (19)$$

Nimmt der Risikofaktor den Wert 1 an, ist das Risiko zwischen den Versorgungsarten gleich. Je größer der Risikofaktor ist, umso größer ist das Risiko kontaminierte Präparate durch eine PTK-Versorgung (Zähler) zu erhalten, das Risiko der ATK-Versorgung (Nenner) jedoch geringer. Werte kleiner 1 deuten auf eine geringere Kontaminationsrate und somit ein geringeres Risiko der PTK-Versorgung hin.

3.2.4 Implementation der Formel (18) in Visual Basic for Applications (VBA)

Für die komplexen und zeitaufwendigen Berechnungen der Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren (Formel (18)), wurde ein Programm in Visual Basic for Applications (VBA) entwickelt. Dieses Programm enthält mehrere Funktionen, welche sich in Microsoft Excel aufrufen lassen. Dadurch ist eine schnelle und automatisierte Berechnung der Formel (18) möglich. Diese besteht aus 3 Binomialkoeffizienten z.B. $\binom{r}{k}$. Die Werte, die in diese Formel einfließen, sind zum Teil sehr groß, wie z.B. die Anzahl der ausgelieferten Produkte. Bei großen Zahlen liefert die Standardfunktion von Excel zur Berechnung des Binomialkoeffizienten keine Ergebnisse mehr. Dieses Problem wird gelöst, indem ein Binomialkoeffizient mittels der Kombinatorik nach folgender Definition umgewandelt werden kann: $\frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}$

Da die Fakultät eine Multiplikation von natürlichen Zahlen darstellt, lässt sich diese durch eine Log-Transformation in eine Addition umwandeln. Durch diese Transformation lässt sich die Programmierung des Binomialkoeffizienten mit großen Zahlen umsetzen. In Quellcode 1 ist der Quellcode zur Berechnung der Fakultät mittels Logarithmus hinterlegt. Der Programmcode stellt eine Funktion dar, welche in anderen Quellcodes oder direkt in Excel aufgerufen werden kann. Da das Ergebnis der Funktion logarithmiert ist, muss dieses in anderen Programmen durch die Exponentialfunktion der e-Funktion umgekehrt werden. „e“ ist die eulersche Zahl und die Basis des natürlichen Logarithmus. Die Exponentialfunktion wird aufgrund der Beziehung zur Zahl „e“ häufig kurz e-Funktion genannt [24].

Mit dieser Lösung lässt sich der Binomialkoeffizient und somit Formel (18) in VBA programmieren und als Funktion in Excel zur Verfügung stellen. Der Quellcode dazu befindet sich in Quellcode 2. Mit den Daten aus dem Beispiel aus Kapitel 3.2.3.2 wird nachfolgend der Aufruf der Funktion in Excel demonstriert:

Eins (r) von 10.000 (N) ausgelieferten Präparate ist potentiell kontaminiert. Einem Patienten werden 10 (n) Produkte transfundiert. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit ein (k) kontaminiertes Produkt zu erhalten?

Aufruf in Excel:

$r = 1$

$N = 10000$ $= psoz(r, N, k, n)$

$k = 1$ $= psoz(1, 10000, 1, 10)$

$n = 10$ $= 0,001$

3.3 Statistik

Die Datenerhebung, Berechnungen, Analysen und Programmierungen wurden mittels der Tabellenkalkulationssoftware Excel (Microsoft Excel Version 14.0) durchgeführt. Zur Analyse der absoluten Häufigkeiten wurde der exakte Chi-Quadrat-Test (Fisher-Yates-Test) angewendet. Damit lassen sich Unterschiede in den Frequenzen zwischen Häufigkeiten vergleichen. Mit diesem Signifikanztest wurden die P-Werte anhand der beobachteten Häufigkeiten und der erwarteten Häufigkeiten mit Hilfe von Kreuztabellen berechnet. Zum Vergleich der Mittelwerte von normalverteilten Daten wurde der Student t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Die Nullhypothese lautet: Die Anzahl berechneter kontaminierter Blutprodukte und die Wahrscheinlichkeit diese zu transfundieren unterscheiden sich nicht signifikant. p-Werte kleiner 0,05 wurden als statistisch signifikant definiert. Für graphische Darstellungen von Ergebnissen wurden die entsprechenden Daten mit der statistischen Programmiersprache R (R Version 3.1.3) importiert und ausgewertet.

4 Ergebnisse

4.1 Produktionsbetrachtung

Hier werden die Ergebnisse der Berechnungen der Anzahl beteiligter Spender bei der Produktion und der Menge an potentiell kontaminierten Präparaten in der Menge der ausgelieferten Präparate dargestellt. Ebenso werden die damit einhergehenden absoluten und relativen Risiken betrachtet.

4.1.1 Beispielrechnung Anzahl beteiligter Spender und kontaminierte Präparate

Das folgende Beispiel mit Echtdateen aus Gesamtdeutschland aus dem Jahr 2000 dient zur Verdeutlichung der einzelnen Rechenschritte. Diese sind notwendig, um die Gesamtzahl an beteiligten Spendern und kontaminierten Präparaten je Versorgungsart zu berechnen. Dazu wurden die Daten aus dem Jahr 2000 für ausgelieferte Präparate, die Prävalenz für HIV, die maximalen Spendenzahlen pro Jahr (6 bei Vollblutspendern und 26 bei Apheresespendern) und 4 BC verwendet.

Berechnung	Verwendete Gleichung
$beteiligte\ Spender\ PTKs = \frac{74050 \cdot 4}{6} = 49367$	(1)
$kontaminierte\ PTKs = \frac{1,5}{100000} \cdot 49367 \cdot 6 = 5$	(2)
$beteiligte\ Spender\ ATKs = \frac{194071}{26} = 7465$	(3)
$kontaminierte\ ATKs = \frac{2,3}{100000} \cdot 7465 \cdot 26 = 5$	(4)
$beteiligte\ Spender\ EKs = \frac{4009593}{6} = 668266$	(5)
$kontaminierte\ EKs = \frac{1,5}{100000} \cdot 668266 \cdot 6 = 61$	(6)
$beteiligte\ Spender\ TPs = \frac{1455763}{6} = 242628$	(7)
$kontaminierte\ TPs = \frac{1,5}{100000} \cdot 242628 \cdot 6 = 22$	(8)
$Summe\ kontaminierte\ Präparate\ Mischversorgung = 5 + 5 + 61 + 22 = 93$	(9)
$beteiligte\ Spender\ 100\%\ ATKs = \frac{194071 + 74050}{26} = 10313$	(10)
$kontaminierte\ 100\%\ ATKs = \frac{2,3}{100000} \cdot 10313 \cdot 26 = 7$	(11)
$Summe\ kontaminierte\ Präparate\ 100\%\ ATK\ Versorgung = 7 + 61 + 22 = 90$	(12)
$beteiligte\ Spender\ 100\%\ PTKs = \frac{(194071 + 74050) \cdot 4}{6} = 178748$	(13)
$kontaminierte\ 100\%\ PTKs = \frac{1,5}{100000} \cdot 178748 \cdot 6 = 17$	(14)
$Summe\ kontaminierte\ Präparate\ 100\%\ PTK\ Versorgung = 17 + 61 + 22 = 100$	(15)

Bei den Rechenschritten ist Folgendes zu erkennen: In die Gleichung zur Berechnung der Anzahl beteiligter Spender fließt die Zahl der Spenden je Spender bei der Division als Divisor ein. In der Gleichung zur Bestimmung der Anzahl kontaminierter Präparate werden die Spendenzahl und die Anzahl beteiligter Spender bei der Multiplikation als Multiplikatoren verwendet. Da die Division und die Multiplikation gegenseitig Umkehroperationen darstellen, kürzt sich die Spendenzahl heraus. Durch Einsetzen der Gleichung (1) in die Gleichung (2) in dem vorangegangenen Beispiel lässt sich dies beweisen.

Berechnung	Verwendete Gleichung
$\text{kontaminierte PTKs} = \frac{1,5}{100000} \cdot \frac{74050 \cdot 4}{6} \cdot 6 = 5$	(1) in (2)

Eine Berechnung mit der mittleren Spendenzahl verdeutlicht diesen Effekt. Dabei entsteht die gleiche Menge kontaminierter Präparate, wie mit der maximalen Spendenzahl. Beispiel: Jahr 2000; Prävalenz HIV; mittlere Spendenzahl = 2 und 4 Buffy-Coats.

Berechnung	Verwendete Gleichung
$\text{beteiligte Spender PTKs} = \frac{74050 \cdot 4}{2} = 148100$	(1)
$\text{kontaminierte PTKs} = \frac{1,5}{100000} \cdot 148100 \cdot 2 = 5$	(2)

4.1.2 Beteiligte Spender bei maximaler Spendenzahl

Die folgende Tabelle gibt die Anzahl der beteiligten Spender bei maximal zulässiger Spendenzahl (6 bei VB und 26 bei ATK im Jahr) getrennt nach Art der Blutpräparate und der Anzahl „gepoolter“ BCs wieder.

Tabelle 5: Anzahl der bei der Produktion der Blutkomponenten beteiligten Spender, berechnet mit maximal zulässiger Spendenzahl, aufgeteilt nach der Art der Blutpräparate und der Zahl der zur Herstellung verwendeten Buffy-Coats.

Jahr	ATK	PTK			EK	TP	100% ATK	100% PTK		
		4 BC	5 BC	6 BC				4 BC	5 BC	6 BC
2000	7465	49367	61709	74050	668266	242628	10313	178748	223435	268121
2001	7807	67267	84084	100900	679746	228737	11688	202584	253230	303876
2002	7941	79882	99852	119822	695272	197179	12549	217514	271893	326271
2003	8412	73539	91924	110308	662906	171304	12654	219332	274165	328997
2004	8757	90695	113369	136042	714218	179473	13989	242466	303083	363699
2005	9150	101854	127318	152781	722115	165295	15026	260449	325561	390673
2006	9578	110374	137967	165560	722010	168585	15946	276384	345480	414576
2007	10716	113439	141799	170158	749716	210859	17261	299174	373968	448761
2008	11071	122727	153409	184090	774048	202963	18152	314622	393278	471933
2009	11097	118553	148191	177829	780813	200587	17937	310897	388621	466345
2010	12248	124746	155932	187118	777166	198264	19445	337044	421305	505565
2011	12654	127169	158961	190753	775289	187654	19990	346490	433112	519734
2012	13257	132143	165179	198214	750459	251930	20881	361931	452414	542896

4.1.3 Beteiligte Spender bei mittlerer Spendenzahl

Die folgende Tabelle gibt die Anzahl der beteiligten Spender bei mittlerer Spendenzahl (2 bei VB und 5 bei ATK im Jahr) getrennt nach Art der Blutpräparate und der Anzahl verwendeter BCs wieder.

Tabelle 6: Anzahl der bei der Produktion der Blutkomponenten beteiligten Spender, berechnet mit mittlerer Spendenzahl, aufgeteilt nach der Art der Blutpräparate und der Zahl der zur Herstellung verwendeten Buffy-Coats.

Jahr	ATK	PTK			EK	TP	100% ATK	100% PTK		
		4 BC	5 BC	6 BC				4 BC	5 BC	6 BC
2000	3881	14810	185125	222150	2004797	727882	53625	536242	670303	804363
2001	4059	20180	252250	302700	2039236	686209	60776	607752	759690	911628
2002	4129	23964	299555	359466	2085815	591535	65255	652542	815678	978813
2003	4373	22061	275770	330924	1988717	513910	65800	657994	822493	986991
2004	4553	27208	340105	408126	2142653	538419	72740	727398	909248	1091097
2005	4757	30556	381953	458343	2166345	495884	78135	781346	976683	1172019
2006	4980	33112	413900	496680	2166029	505755	82916	829152	1036440	1243728
2007	5572	34031	425395	510474	2249147	632576	89753	897522	1121903	1346283
2008	5756	36818	460225	552270	2322144	608887	94387	943866	1179833	1415799
2009	5770	35565	444573	533487	2342439	601760	93269	932690	1165863	1399035
2010	6369	37423	467795	561354	2331497	594790	101113	1011130	1263913	1516695
2011	6579	38150	476883	572259	2325866	562962	103947	1039468	1299335	1559202
2012	6893	39642	495535	594642	2251377	755788	108580	1085792	1357240	1628688

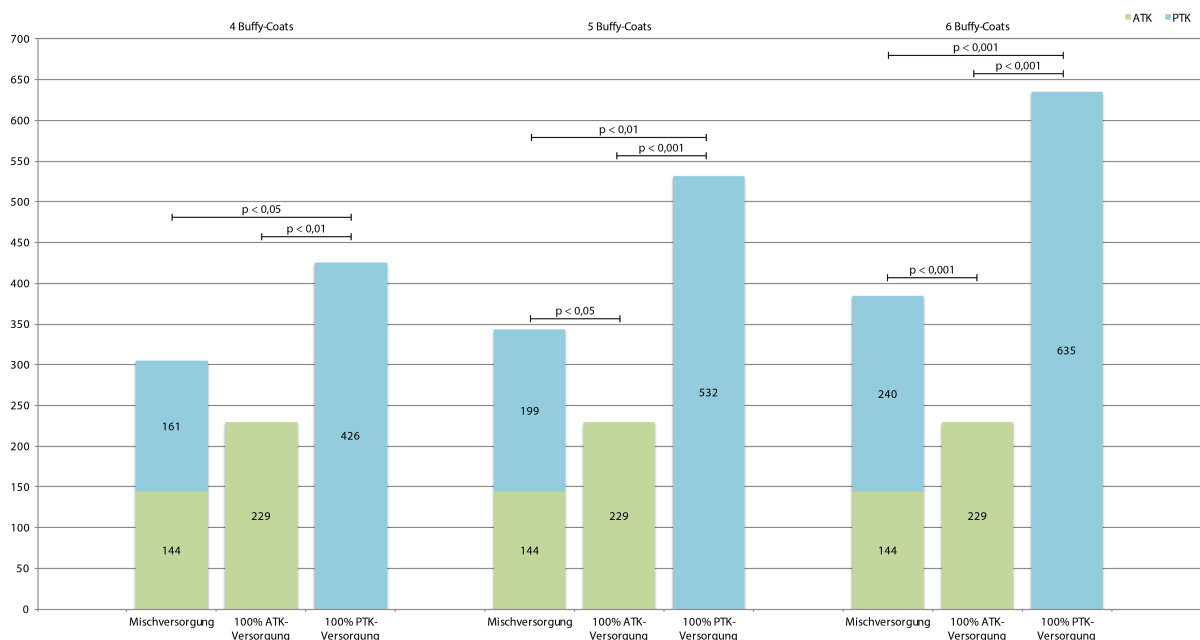
4.1.4 Anzahl kontaminierter Präparate

Aus dem Beispiel von Kapitel 4.1.1 geht hervor, dass die Spendefrequenz pro Jahr keinen Einfluss auf die Anzahl der kontaminierten Präparate ausübt. Aus diesem Grund ist eine getrennte Darstellung für die maximale und mittlere Spendenzahl nicht notwendig. Die Ergebnisse sind aufgeteilt nach Erreger, Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart.

4.1.4.1 HIV

Das folgende Diagramm zeigt die Gesamtsummen der kontaminierten Thrombozyten-Konzentrate (TK) für den Erreger HIV und den betrachteten Zeitraum von 13 Jahren. Die Säulen sind aufgetrennt nach Anzahl bei der Produktion verwendeter BCs und Versorgungsart. Jede Säule ist aufgeteilt nach Art von TK. Die Summe kontaminierter Blutprodukte beträgt bei EKs 1085 und bei TPs 301. Da diese für jede Säule identisch sind, werden sie zur Übersichtlichkeit nicht im Diagramm dargestellt.

Abbildung 1: Säulendiagramm mit Summen der kontaminierten TKs für den Erreger HIV. Betrachtungszeitraum 13 Jahre. Säulenauftrennung nach Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart. Säulenaufteilung nach Art von TK. Kennzeichnung der signifikanten Unterschiede mit Angabe des Signifikanzniveaus.



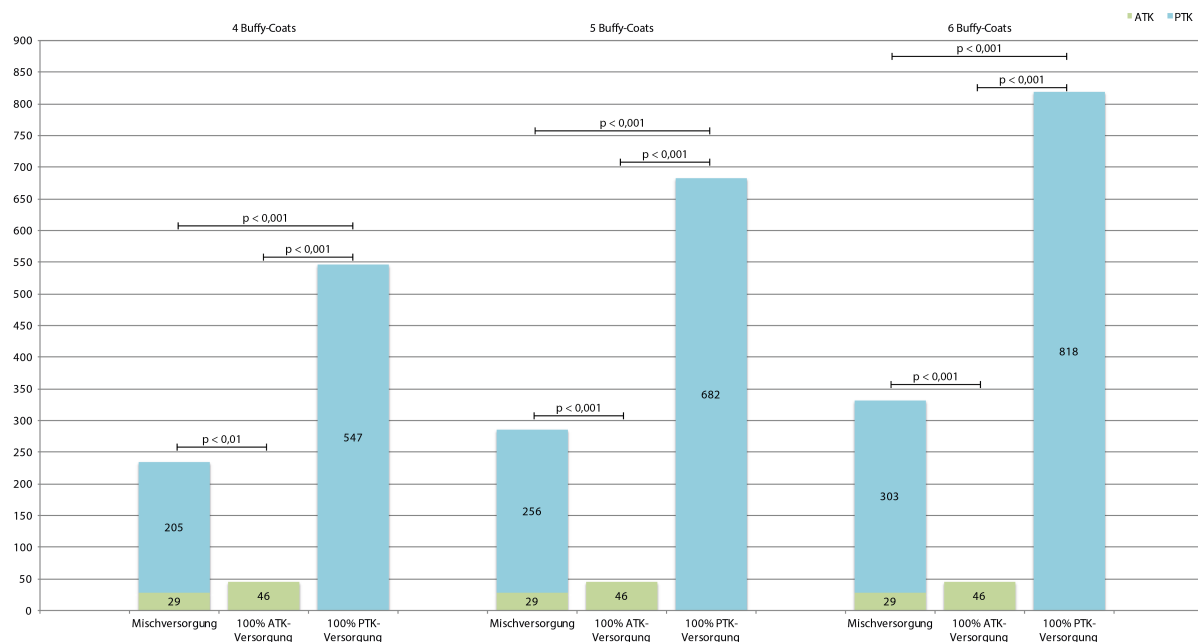
Die Anzahl kontaminierter Präparate der Mischversorgungen, bei denen PTKs mit 4 BC hergestellt werden, unterscheidet sich nicht signifikant von der Anzahl kontaminierter Präparate einer 100% ATK-Versorgung. Alle anderen Versorgungsarten unterscheiden sich signifikant. Die Signifikanzniveaus sind in Abbildung 1 angegeben. Detaillierte

Angaben zur Anzahl kontaminierter Blutprodukte für den Erreger HIV befinden sich im Anhang in der Tabelle 20.

4.1.4.2 HCV

Das Diagramm in Abbildung 2 stellt die Summen der kontaminierten Präparate für den Erreger HCV und den betrachteten Zeitraum dar. Die Balken sind aufgeteilt nach Anzahl bei der Herstellung verwendeter Buffy-Coats und der jeweiligen Versorgungsart. Die Balken sind einzeln aufgeteilt nach Art der TKs. Die Anzahl kontaminierter EKs liegt bei 1477 und die für TP bei 413.

Abbildung 2: Säulendiagramm mit Summen der kontaminierten Präparate für den Erreger HCV. Betrachtungszeitraum 13 Jahre. Säulenauftrennung nach Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart. Säulenaufteilung nach Art von TK. Kennzeichnung der signifikanten Unterschiede mit Angabe des Signifikanzniveaus.

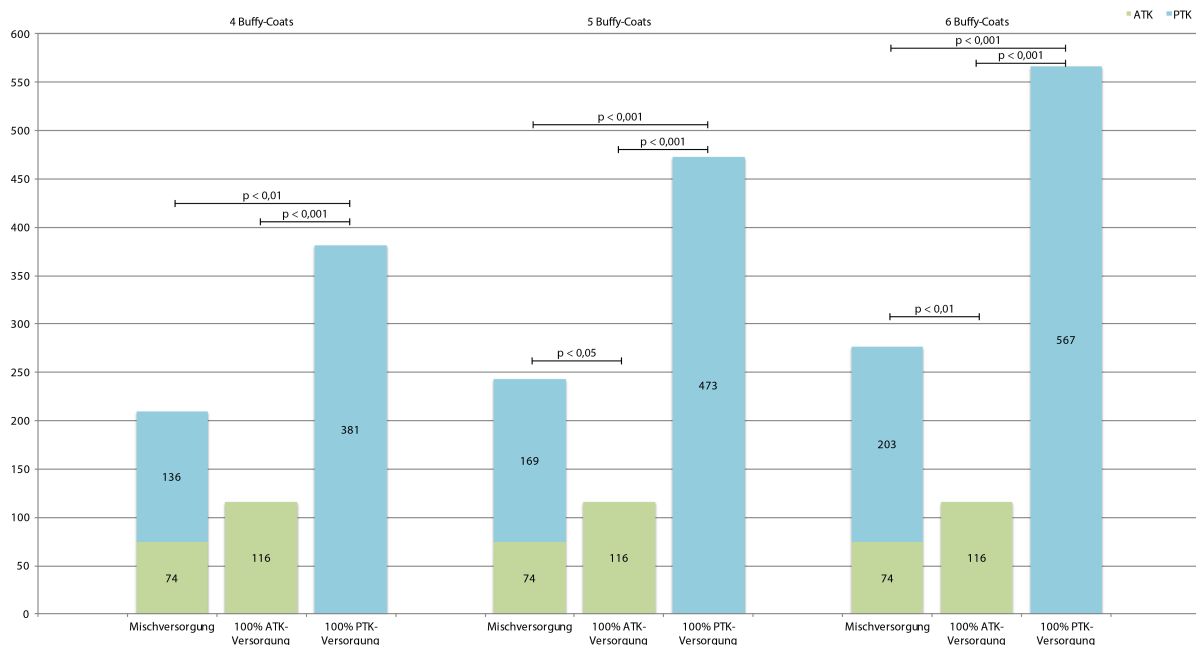


Die Versorgungsarten unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Anzahl kontaminierter Präparate. Die Signifikanzniveaus sind in Abbildung 2 angegeben. Die Ergebnisse zur Anzahl kontaminierter Blutprodukte für den Erreger HCV befinden sich im Anhang in der Tabelle 21.

4.1.4.3 HBV

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Gesamtzahl der kontaminierten Präparate für den Erreger HBV für den Zeitraum von 13 Jahren. Die Säulen sind getrennt nach der Menge der zur Produktion verwendeten Buffy-Coats und der betrachteten Versorgungsarten. Jede separate Säule ist aufgeteilt nach Typ der TKs. Die Berechnungen der anderen kontaminierten Blutprodukte ergeben 1110 EKs und 336 TPs.

Abbildung 3: Säulendiagramm mit Summen der kontaminierten Präparate für den Erreger HBV. Betrachtungszeitraum 13 Jahre. Säulenauftrennung nach Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart. Säulenaufteilung nach Art von TK. Kennzeichnung der signifikanten Unterschiede mit Angabe des Signifikanzniveaus.

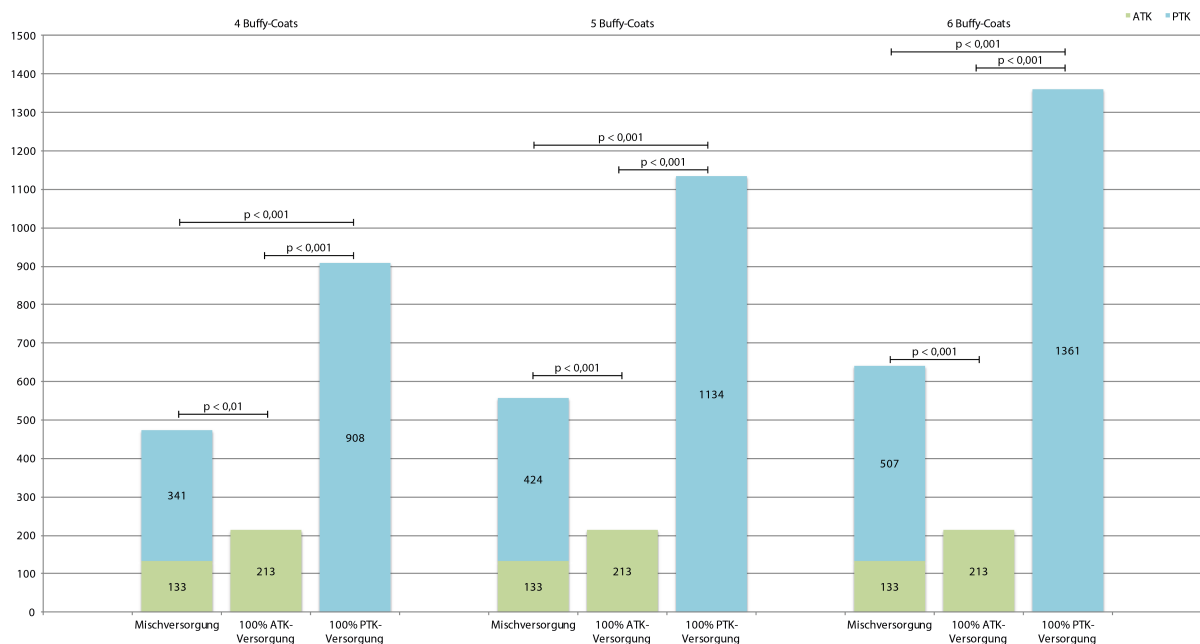


Die Menge an kontaminierten Präparate der Mischversorgung mit PTKs aus 4 Buffy-Coats und einer 100% ATK-Versorgung unterscheiden sich nicht signifikant. Die Anzahl der kontaminierten Präparate der weiteren Versorgungsarten unterscheiden sich signifikant. Die entsprechenden Signifikanzniveaus sind in der Abbildung 3 dargestellt. Differenzierte Ergebnisse zur Anzahl kontaminierter Blutprodukte für den Erreger HBV sind im Anhang in der Tabelle 22 dargestellt.

4.1.4.4 *Treponema pallidum*

Abbildung 4 veranschaulicht die Gesamtmengen der kontaminierten Präparate für den Erreger der Syphilis über die betrachteten 13 Jahren. Die Balken sind gegliedert nach der Anzahl zur Herstellung verwendeter Buffy-Coats und nach den Versorgungsarten. Bei jedem Balken sind die Summen der kontaminierten TKs gestapelt. Die Summe der kontaminierten EKs beträgt 2384 und bei TPs 656.

Abbildung 4: Säulendiagramm mit Summen der kontaminierten Präparate für den Erreger der Syphilis. Betrachtungszeitraum 13 Jahre. Säulenauftrennung nach Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart. Säulenaufteilung nach Art von TK Kennzeichnung der signifikanten Unterschiede mit Angabe des Signifikanzniveaus.

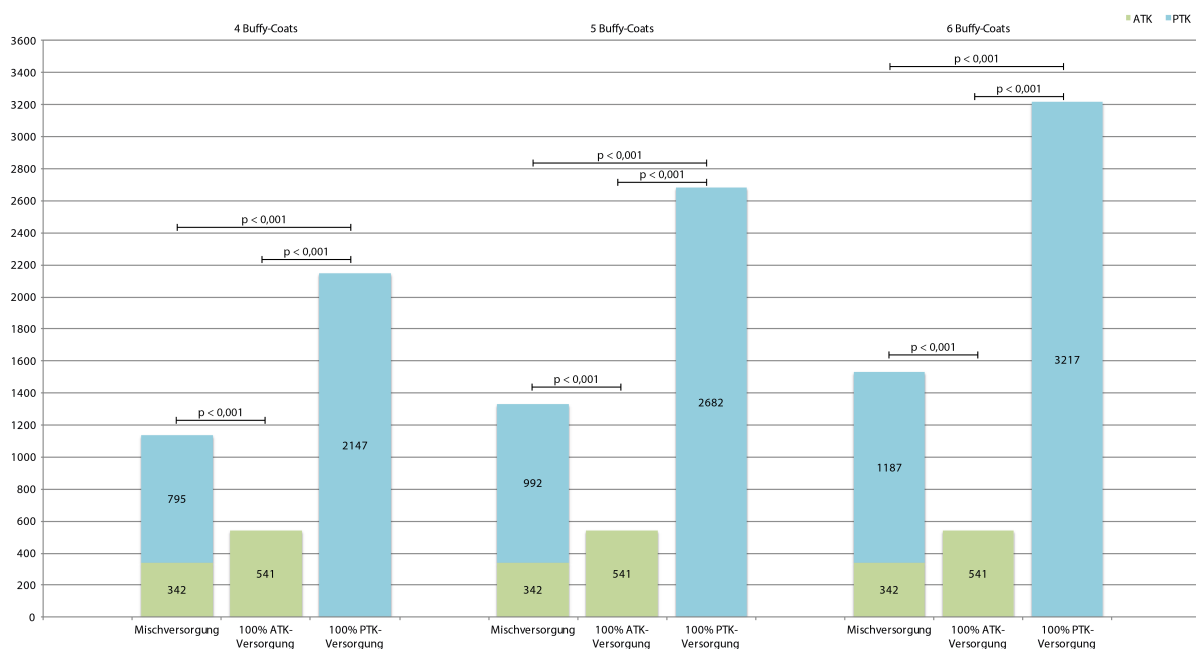


Die Gesamtsummen der kontaminierten Präparate der verschiedenen Versorgungsarten unterscheiden sich signifikant. Die jeweiligen Signifikanzniveaus sind in Abbildung 4 aufgeführt. Detaillierte Angaben zur Anzahl kontaminierter Blutprodukte für den Erreger Syphilis befinden sich im Anhang in der Tabelle 23.

4.1.4.5 Theoretischer Erreger

Das folgende Balkendiagramm zeigt die Gesamtsummen der kontaminierten TKs für einen theoretischen Erreger für einen Betrachtungszeitraum von 13 Jahren. Das Diagramm ist aufgeteilt in verwendete Buffy-Coat-Menge und Versorgungsart. Die einzelnen Balken sind aufgetrennt in Art der TKs. Die Anzahl kontaminierter EKs liegt bei 5690 und die für TPs bei 1570.

Abbildung 5: Säulendiagramm mit Summen der kontaminierten Präparate für einen theoretischen Erreger. Betrachtungszeitraum 13 Jahre. Säulenauftrennung nach Anzahl verwendeter Buffy-Coats und Versorgungsart. Säulenaufteilung nach Art von TK. Kennzeichnung der signifikanten Unterschiede mit Angabe des Signifikanzniveaus.



Die Anzahl der kontaminierten Präparate aller Versorgungsarten unterscheiden sich signifikant untereinander. Die entsprechenden Signifikanzniveaus sind in Abbildung 5 dargestellt. Die Ergebnisse zur Anzahl kontaminierter Blutprodukte für einen theoretischen Erreger befinden sich im Anhang in der Tabelle 24.

4.1.5 Absolutes Risiko

Das absolute Risiko entspricht in diesem Modell dem theoretischen Kontaminationsrisiko einer bestimmten Versorgungsart. Diese Kennzahl hilft zu beschreiben, bei welcher Versorgungsart und bei welchem Erreger in den verschiedenen Jahren mehr kontaminierte Blutkomponenten auftreten werden. Die Resultate sind in Tabelle 7 bis Tabelle 9 dargestellt. Das absolute Risiko wird auf 100000 Produkte angegeben.

4.1.5.1 Beispiel zur Berechnung des absoluten Risikos

Die nachfolgende Berechnung zeigt beispielhaft die Bestimmung des absoluten Risikos je Versorgungsart. Für dieses Beispiel wird die Menge der kontaminierten Blutkomponenten der 3 Versorgungsarten mit dem Erreger HIV und die ausgelieferten Produkte aus dem Jahr 2000 verwendet.

	Anzahl Mischversorgung	Anzahl 100% ATK- Versorgung	Anzahl 100% PTK- Versorgung
kontaminierte Blutkomponenten	93	90	100
ausgelieferte Blutprodukte	5733477		

Berechnung	Verwendete Gleichung
$\text{Absolutes Risiko} = \frac{\text{Summe kontaminierte Blutkomponenten Versorgungsart}}{\text{Summe ausgelieferte Blutprodukte}}$	
$\text{Absolutes Risiko Mischversorgung} = \frac{93}{5733477} = 0,00162\% = 1,62/100000$	(16)
$\text{Absolutes Risiko 100\% ATK Versorgung} = \frac{90}{5733477} = 0,00157\% = 1,57/100000$	
$\text{Absolutes Risiko 100\% PTK Versorgung} = \frac{100}{5733477} = 0,00174\% = 1,74/100000$	

Die Simulation mit den Meldedaten des HI-Virus aus dem Jahr 2000 ergibt ein absolutes Risiko von 1,62/100000 für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente (EK, TK oder TP) bei der vorherrschenden Mischversorgung. Für die theoretische 100% ATK-Versorgung errechnet sich ein absolutes Risiko von 1,57/100000, womit ein Unterschied zur Mischversorgung von 0,05/100000 besteht. Bei einer theoretischen 100% PTK-Versorgung liegt das absolute Risiko bei 1,74/100000 und unterscheidet sich somit zur Mischversorgung um 0,12/100000.

4.1.5.2 Absolutes Risiko der Mischversorgung

Tabelle 7: Absolutes Risiko der einzelnen Erreger der Mischversorgung. Aufgeteilt nach Jahren und der Menge der verwendeten Buffy-Coats. Das absolute Risiko wird auf 100000 Produkte angegeben.

	Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	theoretischer Erreger
4 Buffy-Coats	2000	1,62	2,35	7,50	2,76	10,41
	2001	1,06	3,65	3,35	3,68	10,57
	2002	1,46	4,00	2,78	5,09	10,67
	2003	1,84	2,89	2,42	4,27	10,65
	2004	2,43	3,02	1,43	5,01	10,74
	2005	2,48	3,31	2,05	5,55	10,85
	2006	2,00	2,83	1,67	4,64	10,91
	2007	1,72	2,54	1,56	4,48	10,85
	2008	2,76	2,34	1,37	4,59	10,89
	2009	2,19	2,50	0,80	4,39	10,87
	2010	2,52	2,30	0,91	4,33	10,90
	2011	2,67	1,89	1,32	4,56	10,94
	2012	3,22	2,18	1,14	5,28	10,95
5 Buffy-Coats	2000	1,64	2,39	7,59	2,79	10,55
	2001	1,08	3,70	3,41	3,75	10,74
	2002	1,50	4,08	2,85	5,19	10,88
	2003	1,87	2,94	2,47	4,35	10,85
	2004	2,48	3,09	1,47	5,12	10,99
	2005	2,54	3,39	2,10	5,69	11,11
	2006	2,05	2,92	1,72	4,74	11,18
	2007	1,75	2,61	1,59	4,59	11,12
	2008	2,83	2,40	1,41	4,72	11,19
	2009	2,23	2,57	0,82	4,50	11,14
	2010	2,60	2,36	0,93	4,45	11,20
	2011	2,73	1,95	1,35	4,68	11,24
	2012	3,29	2,24	1,17	5,41	11,25
6 Buffy-Coats	2000	1,66	2,41	7,69	2,83	10,67
	2001	1,09	3,77	3,48	3,81	10,91
	2002	1,53	4,15	2,90	5,30	11,09
	2003	1,89	3,00	2,51	4,44	11,06
	2004	2,53	3,16	1,48	5,24	11,21
	2005	2,61	3,46	2,15	5,83	11,37
	2006	2,10	2,99	1,75	4,85	11,48
	2007	1,80	2,67	1,64	4,70	11,40
	2008	2,90	2,46	1,45	4,85	11,48
	2009	2,28	2,63	0,83	4,59	11,42
	2010	2,66	2,42	0,96	4,56	11,50
	2011	2,81	2,00	1,38	4,81	11,54
	2012	3,39	2,30	1,20	5,57	11,54

4 Buffy-Coats:

In der Mischversorgung ergeben sich für die einzelnen Erreger über den gesamten Zeitraum von 13 Jahren (2000 – 2012) bei 4 Buffy-Coats folgende absoluten Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV berechnet sich ein absolutes Risiko von 2,17/100000, für HCV 2,73/100000, für HBV 2,13/100000, für den Erreger der Syphilis 4,52/100000 und für einen theoretischen Erreger 10,79/100000.

5 Buffy-Coats:

Bei 5 Buffy-Coats resultieren folgende absolute Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV errechnet sich ein absolutes Risiko von 2,22/100000, für HCV 2,80/100000, für HBV 2,17/100000, für den Erreger der Syphilis 4,62/100000 und für einen theoretischen Erreger 11,04/100000.

6 Buffy-Coats:

Mit 6 Buffy-Coats ergeben sich folgende absolute Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV resultiert ein absolutes Risiko von 2,27/100000, für HCV 2,86/100000, für HBV 2,21/100000, für den Erreger der Syphilis 4,73/100000 und für einen theoretischen Erreger 11,29/100000.

4.1.5.3 Absolutes Risiko der 100% ATK-Versorgung

Tabelle 8: Absolutes Risiko der einzelnen Erreger einer 100% ATK-Versorgung, aufgeteilt nach Jahren. Das absolute Risiko wird auf 100000 Produkte angegeben.

Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	theoretischer Erreger
2000	1,57	2,27	7,10	2,65	10,01
2001	0,97	3,39	3,18	3,42	10,03
2002	1,34	3,66	2,55	4,66	10,03
2003	1,86	2,74	2,31	3,92	10,01
2004	2,31	2,74	1,50	4,65	10,02
2005	2,43	2,96	1,84	5,07	10,04
2006	1,86	2,52	1,48	4,60	10,04
2007	1,63	2,27	1,38	4,17	10,01
2008	2,75	2,18	1,22	4,07	10,03
2009	2,12	2,31	0,90	4,19	10,02
2010	2,33	2,03	0,80	4,03	10,02
2011	2,45	1,59	1,41	3,92	10,02
2012	2,85	1,80	0,95	4,48	10,03

Bei einer 100% ATK-Versorgung ergeben sich für die einzelnen Erreger über den gesamten Zeitraum von 13 Jahren (2000 – 2012) folgende absoluten Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV berechnet sich ein absolutes Risiko von 2,05/100000, für HCV 2,47/100000, für HBV 2,00/100000, für den Erreger der Syphilis 4,14/100000 und für einen theoretischen Erreger 10,02/100000.

4.1.5.4 Absolutes Risiko der 100% PTK-Versorgung

Tabelle 9: Absolutes Risiko der einzelnen Erreger einer 100% PTK-Versorgung. Aufgeteilt nach Jahren und der Menge der verwendeten Buffy-Coats.

	Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	theoretischer Erreger
4 Buffy-Coats	2000	1,74	2,56	8,49	3,03	11,42
	2001	1,20	4,15	3,68	4,19	11,61
	2002	1,67	4,56	3,19	5,81	11,76
	2003	1,78	3,17	2,62	4,95	11,87
	2004	2,62	3,49	1,29	5,61	11,93
	2005	2,54	3,83	2,38	6,25	12,09
	2006	2,21	3,30	1,95	4,67	12,19
	2007	1,88	2,98	1,82	4,99	12,19
	2008	2,81	2,59	1,61	5,38	12,25
	2009	2,27	2,79	0,65	4,71	12,23
	2010	2,83	2,74	1,09	4,83	12,41
	2011	2,87	2,27	1,11	5,27	12,50
	2012	3,52	2,61	1,37	6,15	12,52
5 Buffy-Coats	2000	1,81	2,67	8,84	3,16	11,90
	2001	1,25	4,34	3,84	4,38	12,13
	2002	1,76	4,79	3,33	6,09	12,34
	2003	1,87	3,34	2,77	5,21	12,49
	2004	2,76	3,67	1,36	5,90	12,56
	2005	2,68	4,04	2,52	6,60	12,77
	2006	2,34	3,49	2,05	4,95	12,92
	2007	2,00	3,16	1,93	5,28	12,91
	2008	2,97	2,75	1,71	5,72	12,99
	2009	2,39	2,94	0,68	4,99	12,97
	2010	3,02	2,91	1,15	5,13	13,20
	2011	3,06	2,41	1,18	5,62	13,32
	2012	3,77	2,79	1,46	6,56	13,34
6 Buffy-Coats	2000	1,88	2,77	9,19	3,28	12,35
	2001	1,30	4,52	4,01	4,57	12,67
	2002	1,83	5,00	3,49	6,37	12,90
	2003	1,97	3,51	2,91	5,47	13,10
	2004	2,90	3,86	1,43	6,20	13,20
	2005	2,82	4,25	2,64	6,95	13,46
	2006	2,47	3,70	2,17	5,23	13,63
	2007	2,09	3,33	2,03	5,57	13,63
	2008	3,14	2,90	1,80	6,05	13,75
	2009	2,53	3,12	0,72	5,27	13,69
	2010	3,19	3,08	1,21	5,44	14,00
	2011	3,26	2,57	1,25	5,97	14,15
	2012	4,00	2,96	1,56	6,97	14,17

4 Buffy-Coats:

In einer 100% PTK-Versorgung ergeben sich für die einzelnen Erreger über den gesamten Zeitraum von 13 Jahren (2000 – 2012) bei 4 Buffy-Coats folgende absoluten Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV berechnet sich ein absolutes Risiko von 2,33/100000, für HCV 3,13/100000, für HBV 2,35/100000, für den Erreger der Syphilis 5,07/100000 und für einen theoretischen Erreger 12,09/100000.

5 Buffy-Coats:

Bei 5 Buffy-Coats resultieren folgende absoluten Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV errechnet sich ein absolutes Risiko von 2,46/100000, für HCV 3,31/100000, für HBV 2,47/100000, für den Erreger der Syphilis 5,36/100000 und für einen theoretischen Erreger 12,78/100000.

6 Buffy-Coats:

Mit 6 Buffy-Coats zeigen sich folgende absoluten Risiken für die Auslieferung einer kontaminierten Blutkomponente: Für den Erreger HIV resultiert ein absolutes Risiko von 2,60/100000, für HCV 3,48/100000, für HBV 2,59/100000, für den Erreger der Syphilis 5,66/100000 und für einen theoretischen Erreger 13,46/100000.

4.1.6 Relatives Risiko

Der Unterschied beim Vergleich der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten der verschiedenen Versorgungsarten lässt sich über das relative Risiko veranschaulichen. Somit erhält man einen Faktor (Tendenz), ob eine Risikoerhöhung oder -senkung durch die jeweilige vergleichende Versorgungsart stattfinden würde. Das bedeutet, es ist ein Zusammenhang zwischen der Menge an kontaminierten Blutkomponenten und der Versorgungsart zu erkennen. Die Ergebnisse sind in Tabellen zusammengefasst. Wie die Versorgungsarten als Quotienten Verwendung finden, wird jeweils vorab in den Kapiteln beschrieben.

4.1.6.1 Beispiel zur Berechnung des relativen Risikos

Das folgende Beispiel dient zur Veranschaulichung der Berechnung des relativen Risikos. Dazu wurde die Anzahl der nicht kontaminierten sowie der kontaminierten Blutkomponenten der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung für den Erreger HIV aus dem Jahr 2000 verwendet.

	Anzahl Mischversorgung	Anzahl 100% ATK-Versorgung
kontaminierte Blutkomponenten	a = 93	c = 90
nicht kontaminierte Blutprodukte	b = 5733384	d = 5733387

Berechnung	Verwendete Gleichung
$ \begin{aligned} \text{Relatives Risiko} &= \frac{\text{Kontaminationsrate bei Mischversorgung}}{\text{Kontaminationsrate bei 100\% ATK Versorgung}} = \frac{\frac{a}{(a+b)}}{\frac{c}{(c+d)}} \\ &= \frac{\frac{93}{(93 + 5733384)}}{\frac{90}{(90 + 5733387)}} = 1,03 \end{aligned} $	(17)

Für den Erreger HIV im Jahr 2000 ergibt sich ein relatives Risiko von 1,03 zwischen der Mischversorgung (4 Buffy-Coats) und einer 100% ATK-Versorgung. Dieser Wert bedeutet, dass das Risiko bei der Auslieferung mehr kontaminierte Blutkomponenten bereitzustellen bei der Mischversorgung 1,03mal so hoch ist, im Vergleich zu einer 100% ATK-Versorgung. In diesem Beispiel hätte die 100% ATK-Versorgung eine Risikosenkung zur Folge.

4.1.6.2 Relatives Risiko zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung

Bei der Berechnung des relativen Risikos zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung werden diese als Quotienten folgendermaßen in der Gleichung (17) verwendet:

$$\text{Relatives Risiko} = \frac{\text{Kontaminationsrate bei Mischversorgung}}{\text{Kontaminationsrate bei 100\% ATK Versorgung}}$$

Somit bedeutet ein Wert von 1, dass das Risiko zwischen den Versorgungsarten gleich ist. Bei Werten größer 1 handelt es sich um eine Risikoerhöhung, bei Werten kleiner 1 um eine Risikosenkung durch die Mischversorgung.

Tabelle 10: Relatives Risiko der einzelnen Erreger zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung. Aufgeteilt nach Jahren und der Menge der verwendeten Buffy-Coats.

	Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	Theoretischer Erreger
4 Buffy-Coats	2000	1,03	1,04	1,06	1,04	1,04
	2001	1,09	1,08	1,05	1,08	1,05
	2002	1,09	1,09	1,09	1,09	1,06
	2003	0,99	1,05	1,05	1,09	1,06
	2004	1,05	1,10	0,95	1,08	1,07
	2005	1,02	1,12	1,11	1,09	1,08
	2006	1,07	1,12	1,13	1,01	1,09
	2007	1,06	1,12	1,13	1,07	1,08
	2008	1,01	1,07	1,13	1,13	1,09
	2009	1,03	1,08	0,89	1,05	1,08
	2010	1,08	1,13	1,14	1,07	1,09
	2011	1,09	1,19	0,93	1,16	1,09
	2012	1,13	1,21	1,21	1,18	1,09
5 Buffy-Coats	2000	1,04	1,05	1,07	1,05	1,05
	2001	1,11	1,09	1,07	1,10	1,07
	2002	1,12	1,12	1,12	1,11	1,08
	2003	1,01	1,08	1,07	1,11	1,08
	2004	1,08	1,13	0,98	1,10	1,10
	2005	1,04	1,15	1,14	1,12	1,11
	2006	1,10	1,16	1,16	1,03	1,11
	2007	1,08	1,15	1,15	1,10	1,11
	2008	1,03	1,10	1,16	1,16	1,12 ^a
	2009	1,05	1,11	0,91	1,08	1,11
	2010	1,11	1,16	1,16	1,11	1,12 ^a
	2011	1,12	1,23	0,96	1,19	1,12 ^a
	2012	1,16	1,14	1,24	1,21	1,12 ^a
6 Buffy-Coats	2000	1,06	1,06	1,08	1,07	1,07
	2001	1,13	1,11	1,09	1,11	1,09
	2002	1,14	1,13	1,14	1,14	1,11
	2003	1,02	1,10	1,09	1,13	1,10
	2004	1,10	1,15	0,99	1,13	1,12
	2005	1,07	1,17	1,17	1,15	1,13 ^a
	2006	1,13	1,19	1,19	1,05	1,14 ^a
	2007	1,11	1,18	1,19	1,13	1,14 ^a
	2008	1,06	1,13	1,19	1,19 ^a	1,14 ^a
	2009	1,07	1,14	0,93	1,10	1,14 ^a
	2010	1,14	1,19	1,20	1,13	1,15 ^a
	2011	1,15	1,26	0,98	1,23	1,15 ^a
	2012	1,19	1,28	1,27	1,24 ^a	1,15 ^a

^a Signifikanter Unterschied (p < 0,05) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung

Zusammengefasst ergeben 4-6 Buffy-Coats über den gesamten Zeitraum von 13 Jahren (2000 – 2012) für den Erreger HIV ein relatives Risiko von 1,06-1,11 zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung. Dieser Wert bedeutet, dass das Risiko, infektiöse Blutkomponenten bereitzustellen, bei der Mischversorgung im gesamten Zeitraum 1,06-1,11-mal so hoch war im Vergleich zur 100% ATK-Versorgung. Eine 100% ATK-Versorgung hätte, bei einem Erreger wie HIV, über den gesamten Zeitraum aber keine signifikante Risikosenkung zur Folge gehabt.

Für den Erreger HCV liegt das relative Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung bei 1,10-1,16. Demzufolge hätte eine 100% ATK-Versorgung keine signifikante Risikosenkung für HCV bewirkt.

Bei dem Erreger HBV resultiert ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung von 1,06-1,11. Demnach hätte eine 100% ATK-Versorgung in diesem Zeitraum keine signifikante Risikosenkung erreicht.

Bei den Berechnungen mit dem Erreger der Syphilis ergibt sich ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung von 1,09-1,14. Eine 100% ATK-Versorgung hätte keine signifikante Risikosenkung ergeben.

Für den neuen Erreger mit einer theoretischen Prävalenz errechnet sich ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung von 1,08-1,13. Demnach hätte eine 100% ATK-Versorgung bei einem theoretischen Erreger keine signifikante Risikosenkung erzielt.

4.1.6.3 Relatives Risiko zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung

Bei der Berechnung des relativen Risikos zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung werden diese als Quotienten folgendermaßen in der Gleichung (17) verwendet:

$$\text{Relatives Risiko} = \frac{\text{Kontaminationsrate bei Mischversorgung}}{\text{Kontaminationsrate bei 100\% PTK Versorgung}}$$

Somit bedeutet ein Wert von 1, dass das Risiko zwischen den Versorgungsarten gleich ist. Bei Werten größer 1 handelt es sich um eine Risikoerhöhung, bei Werten kleiner 1 um eine Risikosenkung durch die Mischversorgung.

Tabelle 11: Relatives Risiko der einzelnen Erreger zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung. Aufgeteilt nach Jahren und der Menge der verwendeten Buffy-Coats.

	Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	theoretischer Erreger
4 Buffy-Coats	2000	0,93	0,92	0,88	0,91	0,91
	2001	0,88	0,88	0,91	0,88	0,91
	2002	0,87	0,88	0,87	0,88	0,91
	2003	1,03	0,91	0,92	0,86	0,90
	2004	0,93	0,87	1,11	0,89	0,90
	2005	0,98	0,86	0,86	0,89	0,90 ^b
	2006	0,91	0,86	0,86	0,99	0,89 ^b
	2007	0,91	0,85	0,86	0,90	0,89 ^b
	2008	0,98	0,90	0,85	0,85 ^b	0,89 ^b
	2009	0,97	0,90	1,24	0,93	0,89 ^b
	2010	0,89	0,84	0,84	0,90	0,88 ^b
	2011	0,93	0,83	1,19	0,86	0,88 ^b
5 Buffy-Coats	2000	0,90	0,90	0,86 ^b	0,88	0,89 ^b
	2001	0,86	0,85	0,89	0,86	0,89 ^b
	2002	0,85	0,85	0,86	0,85 ^b	0,88 ^b
	2003	1,00	0,88	0,89	0,83 ^b	0,87 ^b
	2004	0,90	0,84	1,08	0,87	0,87 ^b
	2005	0,95	0,84	0,83	0,86 ^b	0,87 ^b
	2006	0,87	0,84	0,84	0,96	0,87 ^b
	2007	0,88	0,83	0,83	0,87	0,86 ^b
	2008	0,95	0,87	0,82	0,83 ^b	0,86 ^b
	2009	0,93	0,87	1,21	0,90	0,86 ^b
	2010	0,86	0,81	0,81	0,87	0,85 ^b
	2011	0,89	0,81	1,15	0,83 ^b	0,84 ^b
6 Buffy-Coats	2000	0,88	0,87	0,84 ^b	0,86	0,86 ^b
	2001	0,84	0,83 ^b	0,87	0,83 ^b	0,86 ^b
	2002	0,84	0,83 ^b	0,83	0,83 ^b	0,86 ^b
	2003	0,96	0,86	0,86	0,81 ^b	0,84 ^b
	2004	0,87	0,82 ^b	1,04	0,85 ^b	0,85 ^b
	2005	0,93	0,81 ^b	0,81	0,84 ^b	0,85 ^b
	2006	0,85	0,81 ^b	0,81	0,93	0,84 ^b
	2007	0,86	0,80 ^b	0,81	0,84 ^b	0,84 ^b
	2008	0,92	0,85	0,81	0,80 ^b	0,83 ^b
	2009	0,90	0,84	1,15	0,87	0,83 ^b
	2010	0,83	0,79 ^b	0,79	0,84 ^b	0,82 ^b
	2011	0,86	0,78 ^b	1,10	0,81 ^b	0,82 ^b
	2012	0,85	0,78 ^b	0,77	0,80 ^b	0,81 ^b

^b Signifikanter Unterschied (p < 0,05) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung

Mit 4-6 Buffy-Coats ergibt sich insgesamt über den gesamten Zeitraum von 13 Jahren (2000 – 2012) für den Erreger HIV ein relatives Risiko von 0,88-0,93 zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung. Dieser Wert bedeutet, dass das Risiko, bei der Auslieferung mehr kontaminierte Blutkomponenten bereitzustellen, bei der Mischversorgung in den 13 Jahren 0,88-0,93mal niedriger war als bei einer 100% PTK-Versorgung. Die Mischversorgung hätte bei einem Erreger wie HIV keine signifikante Risikosenkung zur Folge gehabt.

Für den Erreger HCV liegt das relative Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung bei 0,82-0,87. Somit hätte die Mischversorgung keine signifikante Risikosenkung bei einem Erreger wie HCV bewirkt.

Bei dem Erreger HBV resultiert ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,86-0,91. Demnach hätte die Mischversorgung über den gesamten Zeitraum keine signifikante Risikosenkung erreicht.

Bei den Berechnungen mit dem Erreger der Syphilis ergibt sich ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,84-0,89. Die Mischversorgung hätte eine signifikante Risikosenkung ergeben.

Für den Erreger mit einer theoretischen Prävalenz errechnet sich ein relatives Risiko zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,84-0,89. Demzufolge hätte die Mischversorgung bei einem theoretischen Erreger eine signifikante Risikosenkung erzielt.

4.1.6.4 Relatives Risiko zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Bei der Berechnung des relativen Risikos zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung werden diese als Quotienten folgendermaßen in der Gleichung (17) verwendet:

$$\text{Relatives Risiko} = \frac{\text{Kontaminationsrate bei 100\% ATK Versorgung}}{\text{Kontaminationsrate bei 100\% PTK Versorgung}}$$

Somit bedeutet ein Wert von 1, dass das Risiko zwischen den Versorgungsarten gleich ist. Bei Werten größer 1 handelt es sich um eine Risikoerhöhung, bei Werten kleiner 1 um eine Risikosenkung durch die 100% ATK-Versorgung.

Tabelle 12: Relatives Risiko der einzelnen Erreger zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung. Aufgeteilt nach Jahren und der Menge der verwendeten Buffy-Coats.

	Jahr	HIV	HCV	HBV	Syphilis	theoretischer Erreger
4 Buffy-Coats	2000	0,90	0,88	0,84 ^c	0,87	0,88 ^c
	2001	0,81	0,82 ^c	0,86	0,82 ^c	0,86 ^c
	2002	0,80	0,80 ^c	0,80 ^c	0,80 ^c	0,85 ^c
	2003	1,04	0,86	0,88	0,79 ^c	0,84 ^c
	2004	0,88	0,79 ^c	1,16	0,83 ^c	0,84 ^c
	2005	0,96	0,77 ^c	0,77 ^c	0,81 ^c	0,83 ^c
	2006	0,84	0,76 ^c	0,76	0,99	0,82 ^c
	2007	0,86	0,76 ^c	0,76	0,84 ^c	0,82 ^c
	2008	0,98	0,84	0,75	0,76 ^c	0,82 ^c
	2009	0,94	0,83	1,39	0,89	0,82 ^c
	2010	0,82	0,74 ^c	0,74	0,83 ^c	0,81 ^c
	2011	0,85	0,70 ^c	1,27	0,74 ^c	0,80 ^c
	2012	0,81	0,69 ^c	0,69	0,73 ^c	0,80 ^c
5 Buffy-Coats	2000	0,87	0,85	0,80 ^c	0,84	0,84 ^c
	2001	0,78	0,78 ^c	0,83	0,78 ^c	0,83 ^c
	2002	0,76	0,76 ^c	0,77 ^c	0,77 ^c	0,81 ^c
	2003	0,99	0,82	0,83	0,75 ^c	0,80 ^c
	2004	0,84	0,75 ^c	1,10	0,79 ^c	0,80 ^c
	2005	0,91	0,73 ^c	0,73 ^c	0,77 ^c	0,79 ^c
	2006	0,79	0,72 ^c	0,72 ^c	0,93	0,78 ^c
	2007	0,81	0,72 ^c	0,72 ^c	0,79 ^c	0,78 ^c
	2008	0,93	0,79 ^c	0,71 ^c	0,71 ^c	0,77 ^c
	2009	0,89	0,79 ^c	1,33	0,84 ^c	0,77 ^c
	2010	0,77 ^c	0,70 ^c	0,70 ^c	0,79 ^c	0,76 ^c
	2011	0,80	0,66 ^c	1,20	0,70 ^c	0,75 ^c
	2012	0,76 ^c	0,70 ^c	0,65 ^c	0,68 ^c	0,75 ^c
6 Buffy-Coats	2000	0,83	0,82	0,77 ^c	0,81	0,81 ^c
	2001	0,75	0,75 ^c	0,79 ^c	0,75 ^c	0,79 ^c
	2002	0,73 ^c	0,73 ^c	0,73 ^c	0,73 ^c	0,78 ^c
	2003	0,94	0,78 ^c	0,79	0,72 ^c	0,76 ^c
	2004	0,80 ^c	0,71 ^c	1,05	0,75 ^c	0,76 ^c
	2005	0,86	0,70 ^c	0,70 ^c	0,73 ^c	0,75 ^c
	2006	0,75 ^c	0,68 ^c	0,68 ^c	0,88	0,74 ^c
	2007	0,78	0,68 ^c	0,68 ^c	0,75 ^c	0,73 ^c
	2008	0,87	0,75 ^c	0,68 ^c	0,67 ^c	0,73 ^c
	2009	0,84	0,74 ^c	1,24	0,79 ^c	0,73 ^c
	2010	0,73 ^c	0,66 ^c	0,66 ^c	0,74 ^c	0,72 ^c
	2011	0,75 ^c	0,62 ^c	1,13	0,66 ^c	0,71 ^c
	2012	0,71 ^c	0,61 ^c	0,61 ^c	0,64 ^c	0,71 ^c

^c Signifikanter Unterschied (p < 0,05) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Bei 4-6 Buffy-Coats erstreckt sich das relative Risiko über den gesamten Zeitraum von 2000 – 2012 für den Erreger HIV von 0,79 bis 0,88 zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung. Dieser Wert bedeutet, dass das Risiko bei der Auslieferung mehr kontaminierte Blutkomponenten bereitzustellen bei einer 100% ATK-Versorgung in den 13 Jahren 0,79-0,88mal niedriger wäre, im Vergleich zu einer 100% PTK-Versorgung. Eine 100% ATK-Versorgung hätte bei einem Erreger wie HIV keine signifikante Risikosenkung zur Folge gehabt.

Für den Erreger HCV liegt das relative Risiko zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung zwischen 0,71 und 0,79. Demzufolge hätte eine 100% ATK-Versorgung eine signifikante Risikosenkung bei einem Erreger wie HCV bewirkt.

Bei dem Erreger HBV resultiert ein relatives Risiko zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,77-0,85. Demnach hätte eine 100% ATK-Versorgung in diesem Zeitraum eine signifikante Risikosenkung erreicht.

Bei den Berechnungen mit dem Erreger der Syphilis ergibt sich ein relatives Risiko zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,73-0,82. Eine 100% ATK-Versorgung hätte bei einem gleichen Erreger eine signifikante Risikosenkung ergeben.

Für den Erreger mit einer theoretischen Prävalenz errechnet sich ein relatives Risiko zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung von 0,74-0,83. Demzufolge hätte eine 100% ATK-Versorgung, bei einem theoretischen Erreger eine signifikante Risikosenkung erzielt.

4.2 Patientenbetrachtung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Evaluierung des Ausmaßes der Spenderexposition bei Patienten mit Transfusionsbedarf der Versorgungsarten beschrieben: PTKs produziert aus 4, 5 oder 6 Buffy-Coats plus EKs und TPs sowie ATKs plus EKs und TPs. Danach werden die Wahrscheinlichkeiten der verschiedenen Blutkomponenten, potentiell kontaminierte Blutkomponenten bei der Transfusion zu verwenden, dargestellt. Anschließend erfolgt die Darstellung der Risikofaktoren zwischen einer Versorgung mit PTKs (mit 4, 5 oder 6 Buffy-Coats) und einer Versorgung mit ATKs, jeweils inklusive der EKs und TPs. Aufgrund der großen Anzahl an Patienten mit Transfusionsbedarf pro Jahr werden die Einzelergebnisse als Mittelwerte zusammengefasst, getrennt nach den Kapiteln der Diagnoseklassifikation ICD-10-GM.

4.2.1 Allgemeine Patientendaten

Die Patientengruppe am Universitätsklinikum des Saarlands umfasste über 4 Jahre (2010 – 2013) insgesamt 4641 Patienten. Das mittlere Alter betrug 59,6 Jahre. Die mittlere Anzahl transfundierter Blutpräparate betrug 4,9 Thrombozyten-Konzentrate, 7,8 Erythrozyten-Konzentrate und 1,9 therapeutische Plasmen. In der Tabelle 13 sind die Durchschnittswerte der transfundierten Blutkomponenten und das mittlere Alter pro Patient angegeben.

Tabelle 13: Gesamtzahl der Patienten nach Jahr. Durchschnittsalter der Patienten und mittlere Anzahl transfundierter Blutkomponenten pro Patient

Jahr	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl pro Patient		
			TK	EK	TP
2010	1010	57,8	5,2	8,1	2,8
2011	1141	58,9	5,5	8,5	2,1
2012	1308	60,5	4,5	6,5	1,7
2013	1182	60,9	4,6	8,3	1,0

4.2.2 Spenderexposition

Folgende Tabelle zeigt die mittlere Anzahl der transfundierten Thrombozyten- und Erythrozyten-Konzentrate und therapeutischen Plasmen und die mittlere Spenderexposition der vier Versorgungsarten der Jahre 2010 bis 2013. Diese ist aufgeteilt nach behandelnder Klinik. Die Mittelwerte der Blutprodukte und Spenderexposition sind auf die nächste ganze Zahl gerundet. Zusätzlich ist die mittlere Anzahl der Patienten je Klinik und deren durchschnittliches Alter angegeben.

Tabelle 14: Mittlere Spenderexposition der 4 Versorgungsarten und mittlere Anzahl unterschiedlicher transfundierter Blutpräparate über die Jahre 2010-2013, getrennt nach behandelnder Klinik und auf die nächste ganze Zahl gerundet. Je Klinik wird die mittlere Anzahl Patienten und deren mittleres Alter gezeigt.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl			mittlere Spenderexposition			
			TK	EK	TP	PTK 4 BC	PTK 5 BC	PTK 6 BC	ATK
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	45,7	11	15	15	71	82	92	40
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	54,4	10	11	2	52	61	71	23
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	49,3	5	8	2	27	31	35	14
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	41,8	10	19	3	59	69	78	31
Klinik für Neurologie	11	64,7	2	3	1	9	10	11	5
Klinik für Augenheilkunde	27	67,6	2	1	0	7	9	10	3
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	65,6	3	6	1	17	20	22	9
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	52,3	5	10	1	27	31	35	15
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	54,5	10	16	12	64	73	82	36
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	67,5	2	10	1	18	20	22	12
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	67,2	3	8	5	24	27	30	15
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	62,6	5	13	7	37	41	45	23
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	27,5	4	16	8	40	44	48	28
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,0	2	5	2	12	14	15	8
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	8,0	2	3	1	9	11	12	5
diverse Kliniken	54	55,6	5	9	9	36	41	45	22
diverse Kliniken	67	60,6	4	9	4	24	27	30	15
diverse Kliniken	4	70,5	4	4	0	17	20	23	7

Bei der Versorgungsvariante mit PTKs produziert aus 4 Buffy-Coats, EKs und TPs sind durchschnittlich 34126 Spender bei der Herstellung beteiligt. Pro Patient stellt dies eine Exposition von 30 Spendern dar. Eine Versorgung mit PTKs aus 5 Buffy-Coats, EKs und TPs bedarf im Mittel 39853 Spender bei der Herstellung. Im Durchschnitt entspricht dies einer Spenderexposition von 35 pro Patient. Bei einer Versorgungsart mit PTKs aus 6 Buffy-Coats, EKs und TPs sind bei der Herstellung im Schnitt 45580 Spender nötig. Im Mittel beträgt die Exposition je Patient 40 Spender.

Bei der Patientenversorgung mit ATKs, EKs und TPs sind im Durchschnitt 16945 Spender notwendig. Das bedeutet jeder Patient ist im Mittel mit 15 Spendern exponiert. Die Ergebnisse der einzelnen Jahre sind ab Tabelle 25 bis Tabelle 28 und mittels Boxplots ab der Abbildung 6 bis Abbildung 9 im Anhang aufgeführt.

4.2.3 Wahrscheinlichkeit der Transfusion von potentiell kontaminierten Blutkomponenten

Die Resultate der Wahrscheinlichkeitsberechnungen werden in den nachfolgenden Tabellen, getrennt nach Erreger, als Mittelwerte Jahre 2010 bis 2013 aufgeführt. Zur Berechnung der Wahrscheinlichkeiten werden die Daten aus den Simulationen der potentiell kontaminierten Blutkomponenten aus Kapitel 4.1.4 verwendet. Die Ausführungen der Wahrscheinlichkeiten beschränken sich auf die Berechnungen, eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren.

Die Angaben zu dem Durchschnittsalter und der mittleren Anzahl transfundierter Blutkomponenten entsprechen den Ergebnissen der Spenderexposition (Kapitel 4.2.2).

Die Zellen der Tabellen wurden mit einem Bindestrich entwertet, wenn kein Patient einer Klinik zugeordnet wurde, oder den Patienten kein entsprechendes Blutpräparat in einer Klinik transfundiert wurde.

Die Ergebnisse der einzelnen Jahre sind ab der Tabelle 29 bis Tabelle 48 und in Boxplots ab der Abbildung 10 bis Abbildung 29 im Anhang dargestellt.

4.2.3.1 Erreger HIV

Tabelle 15: Mittleres absolutes Risiko eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HIV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus den Jahren 2010 bis 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,025%	0,024%	0,029%	0,065%	0,083%	0,098%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	237	0,027%	0,003%	0,045%	0,096%	0,121%	0,143%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	28	0,019%	0,017%	0,035%	0,074%	0,093%	0,110%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,054%	0,008%	0,031%	0,072%	0,091%	0,107%
Klinik für Neurologie	15	0,008%	0,002%	0,012%	0,024%	0,031%	0,036%
Klinik für Augenheilkunde	11	0,001%	0,001%	0,007%	0,015%	0,019%	0,022%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,012%	0,001%	0,013%	0,027%	0,035%	0,041%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	27	0,039%	0,005%	0,026%	0,054%	0,068%	0,081%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	64	0,031%	0,017%	0,027%	0,061%	0,078%	0,092%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,025%	-	0,015%	0,031%	0,039%	0,046%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,016%	0,016%	0,014%	0,030%	0,039%	0,046%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,026%	0,006%	0,017%	0,038%	0,048%	0,057%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,020%	0,006%	0,011%	0,026%	0,033%	0,039%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	20	0,015%	0,006%	0,011%	0,023%	0,030%	0,035%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	61	0,006%	0,002%	0,010%	0,020%	0,026%	0,030%
diverse Kliniken	64	0,023%	0,009%	0,021%	0,046%	0,059%	0,070%
diverse Kliniken	79	0,018%	0,004%	0,016%	0,034%	0,043%	0,050%
diverse Kliniken	9	0,010%	0,001%	0,016%	0,033%	0,042%	0,049%
Gesamt	1162	0,017%	0,006%	0,016%	0,035%	0,045%	0,053%

4.2.3.2 Erreger HCV

Tabelle 16: Mittleres absolutes Risiko eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HCV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus den Jahren 2010 bis 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,021%	0,020%	-	0,057%	0,070%	0,083%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	237	0,022%	0,002%	-	0,081%	0,101%	0,119%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	28	0,016%	0,014%	-	0,061%	0,076%	0,089%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,046%	0,007%	-	0,063%	0,079%	0,092%
Klinik für Neurologie	15	0,006%	0,001%	-	0,020%	0,025%	0,030%
Klinik für Augenheilkunde	11	0,001%	0,001%	-	0,013%	0,016%	0,019%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,010%	0,001%	-	0,023%	0,029%	0,034%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	27	0,031%	0,004%	-	0,045%	0,056%	0,066%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	64	0,026%	0,015%	-	0,053%	0,066%	0,078%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,021%	-	-	0,026%	0,032%	0,037%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,013%	0,013%	-	0,026%	0,032%	0,038%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,022%	0,006%	-	0,032%	0,040%	0,047%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,018%	0,006%	-	0,022%	0,028%	0,033%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	20	0,012%	0,005%	-	0,019%	0,024%	0,028%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	61	0,005%	0,002%	-	0,017%	0,021%	0,025%
diverse Kliniken	64	0,018%	0,008%	-	0,039%	0,049%	0,058%
diverse Kliniken	79	0,015%	0,003%	-	0,029%	0,035%	0,042%
diverse Kliniken	9	0,008%	-	-	0,028%	0,035%	0,041%
Gesamt	1162	0,014%	0,005%	-	0,030%	0,037%	0,044%

4.2.3.3 Erreger HBV

Tabelle 17: Mittleres absolutes Risiko eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HBV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus den Jahren 2010 bis 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,010%	0,010%	0,014%	0,027%	0,032%	0,039%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	237	0,010%	0,001%	0,027%	0,040%	0,047%	0,057%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	28	0,007%	0,007%	0,023%	0,031%	0,036%	0,044%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,021%	0,003%	0,017%	0,030%	0,034%	0,042%
Klinik für Neurologie	15	0,003%	0,001%	0,007%	0,010%	0,012%	0,014%
Klinik für Augenheilkunde	11	0,001%	-	0,004%	0,006%	0,007%	0,009%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,005%	-	0,008%	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	27	0,015%	0,002%	0,017%	0,023%	0,026%	0,032%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	64	0,012%	0,007%	0,017%	0,026%	0,030%	0,036%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,010%	-	0,009%	0,013%	0,015%	0,018%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,006%	0,007%	0,007%	0,013%	0,015%	0,018%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,010%	0,002%	0,006%	0,016%	0,019%	0,023%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,008%	0,002%	0,005%	0,011%	0,013%	0,015%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	20	0,006%	0,003%	0,007%	0,010%	0,011%	0,014%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	61	0,002%	0,001%	0,006%	0,008%	0,010%	0,012%
diverse Kliniken	64	0,009%	0,004%	0,011%	0,020%	0,023%	0,028%
diverse Kliniken	79	0,007%	0,001%	0,010%	0,014%	0,016%	0,020%
diverse Kliniken	9	0,004%	-	0,012%	0,014%	0,016%	0,019%
Gesamt	1162	0,007%	0,002%	0,009%	0,015%	0,017%	0,021%

4.2.3.4 Erreger *Treponema pallidum*

Tabelle 18: Mittleres absolutes Risiko eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren. Berechnet für den Erreger der Syphilis mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus den Jahren 2010 bis 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,045%	0,042%	0,027%	0,114%	0,143%	0,170%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	237	0,047%	0,005%	0,036%	0,168%	0,210%	0,251%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	28	0,034%	0,031%	0,026%	0,129%	0,162%	0,193%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,096%	0,014%	0,031%	0,125%	0,156%	0,186%
Klinik für Neurologie	15	0,014%	0,003%	0,009%	0,043%	0,054%	0,064%
Klinik für Augenheilkunde	11	0,003%	0,001%	0,006%	0,026%	0,033%	0,039%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,022%	0,002%	0,010%	0,048%	0,060%	0,072%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	27	0,069%	0,009%	0,019%	0,095%	0,119%	0,143%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	64	0,054%	0,030%	0,025%	0,107%	0,135%	0,161%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,045%	-	0,011%	0,055%	0,068%	0,082%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,028%	0,029%	0,011%	0,053%	0,067%	0,080%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,046%	0,011%	0,014%	0,066%	0,083%	0,099%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,035%	0,011%	0,011%	0,045%	0,056%	0,067%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	20	0,026%	0,011%	0,008%	0,041%	0,052%	0,062%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	61	0,010%	0,003%	0,007%	0,035%	0,044%	0,053%
diverse Kliniken	64	0,040%	0,016%	0,017%	0,081%	0,102%	0,122%
diverse Kliniken	79	0,032%	0,006%	0,013%	0,059%	0,074%	0,089%
diverse Kliniken	9	0,017%	0,001%	0,013%	0,058%	0,073%	0,087%
Gesamt	1162	0,031%	0,010%	0,013%	0,062%	0,077%	0,092%

4.2.3.5 Theoretischer Erreger

Tabelle 19: Mittleres absolutes Risiko eine potentiell kontaminierte Blutkomponente zu transfundieren. Berechnet für einen theoretischen Erreger mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus den Jahren 2010 bis 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,108%	0,102%	0,069%	0,272%	0,339%	0,405%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	237	0,113%	0,012%	0,101%	0,398%	0,495%	0,591%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	28	0,081%	0,072%	0,077%	0,304%	0,378%	0,451%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,233%	0,032%	0,076%	0,301%	0,375%	0,448%
Klinik für Neurologie	15	0,032%	0,007%	0,025%	0,101%	0,126%	0,150%
Klinik für Augenheilkunde	11	0,006%	0,003%	0,016%	0,062%	0,077%	0,093%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,053%	0,004%	0,029%	0,115%	0,143%	0,171%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	27	0,164%	0,022%	0,057%	0,225%	0,281%	0,336%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	64	0,131%	0,072%	0,065%	0,259%	0,323%	0,386%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,106%	0,001%	0,032%	0,128%	0,160%	0,191%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,068%	0,063%	0,032%	0,126%	0,158%	0,188%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,108%	0,026%	0,039%	0,155%	0,193%	0,231%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,086%	0,027%	0,027%	0,107%	0,134%	0,161%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	20	0,062%	0,026%	0,024%	0,097%	0,120%	0,144%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	61	0,024%	0,008%	0,021%	0,084%	0,105%	0,125%
diverse Kliniken	64	0,094%	0,039%	0,049%	0,192%	0,240%	0,287%
diverse Kliniken	79	0,077%	0,015%	0,035%	0,141%	0,176%	0,210%
diverse Kliniken	9	0,042%	0,003%	0,035%	0,141%	0,176%	0,210%
Gesamt	1162	0,073%	0,024%	0,037%	0,146%	0,182%	0,218%

4.2.4 Risikofaktor

In diesem Abschnitt werden die Unterschiede in den Wahrscheinlichkeiten, potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren, aus Kapitel 4.2.3 als Risikofaktor zwischen den einzelnen Versorgungsarten dargestellt. Dabei lassen sich die Versorgungsarten PTKs aus 4, 5 oder 6 Buffy-Coats inklusive EKs und TPs jeweils mit der Versorgung mit ATKs inklusive EKs und TPs gegenüberstellen.

Die errechneten Risikofaktoren in den Jahren 2010 bis 2014 zwischen einer PTK Versorgung mit 4 Buffy-Coats und einer ATK Versorgung reichen von 0,50 bis 8,07.

Minimum und Maximum der einzelnen Erreger:

	Minimum	Maximum
HIV	1,19	3,00
HCV	1,15	8,07
HBV	0,50	5,80
Syphilis	1,33	6,46
theoretischer Erreger	1,30	3,69

Ergebnisse unterteilt nach Jahren, Erregern und zuständiger Klinik, sind im Anhang in Tabelle 49 zu finden.

Die Risikofaktoren zwischen einer PTK Versorgung mit 5 Buffy-Coats und einer ATK Versorgung liegen für den gesamten Zeitraum zwischen 0,56 und 9,58.

Minimum und Maximum der einzelnen Erreger:

	Minimum	Maximum
HIV	1,29	3,85
HCV	1,18	9,58
HBV	0,56	6,87
Syphilis	1,46	8,01
theoretischer Erreger	1,40	4,59

Ergebnisse unterteilt nach Jahre, Erreger und zuständige Klinik sind im Anhang in Tabelle 50 einzusehen.

Zwischen einer 6 Buffy-Coats PTK Versorgung und einer ATK Versorgung schwankt der Risikofaktor zwischen 0,70 und 11,09.

Minimum und Maximum der einzelnen Erreger:

	Minimum	Maximum
HIV	1,38	4,54
HCV	1,22	11,09
HBV	0,70	7,93
Syphilis	1,58	9,72
theoretischer Erreger	1,50	5,50

Ergebnisse unterteilt nach Jahre, Erreger und zuständige Klinik sind im Anhang in Tabelle 51 dargestellt.

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit analysiert die Auswirkung der Apherese- und Vollblutspenderpopulation auf die Anzahl potentiell kontaminierter Blutkomponenten in Deutschland. Betrachtet werden dabei die ausgelieferten Blutprodukte der verschiedenen Varianten der Patientenversorgung mit unterschiedlich hergestellten Thrombozyten-Konzentraten zusammen mit den Erythrozyten-Konzentraten sowie therapeutischen Plasmen. Dabei wird die aktuell vorherrschende Versorgung mit ATKs und PTKs als Mischversorgung mit den theoretischen Versorgungsarten, einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung verglichen. Der Vergleich von ATKs und PTKs ist Gegenstand bekannter Studien [9-13], diese zeigen Unterschiede, beziehen jedoch in Ihren Modellierungen Erythrozyten-Konzentrate und therapeutische Plasmen nicht mit ein. Weiterhin betrachten diese nicht die Unterschiede der Spenderpopulationen hinsichtlich Alter, Geschlecht und Spendehäufigkeit und deren Einflüsse auf die Anzahl kontaminierter Blutkomponenten [6]. Diese Betrachtungsweise wird in dem Unterkapitel 5.1 Produktionsbetrachtung diskutiert.

Der zweite Teil dieser Analyse überprüft die Auswirkungen einer Patientenversorgung mit 100% ATK oder 100% PTK inklusive der EKs und der TPs auf die Spenderexposition und auf die Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren. Die große Zahl von 4642 Patienten mit TK-Transfusion am UKS über den Beobachtungszeitraum von 4 Jahren erlauben die Beschreibung von Trends bei der Spenderexposition und bei den Auswirkungen der Spenderpopulationen auf die Wahrscheinlichkeit, potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren sowie auf den daraus resultierenden Risikounterschied. Nur wenige Studien haben sich bisher mit ähnlicher Fragestellung beschäftigt und Unterschiede festgestellt [14, 15]. Eine Studie mit Berechnungen von Wahrscheinlichkeiten, potentiell kontaminierte Blutkomponenten bei der Patientenversorgung an einer Universitätsklinik zu verwenden, ist noch nicht veröffentlicht worden. Dieser Teil wird in dem Unterkapitel 5.2 Patientenbetrachtung diskutiert.

5.1 Produktionsbetrachtung

5.1.1 Anzahl beteiligter Spender

Die Berechnung der Anzahl beteiligter Spender beruht darauf, wie viele Spender zur Produktion des jeweiligen Produkts benötigt werden und wie häufig die Spender spenden bzw. spenden dürfen. Vamvakas et al. [9] und Heuft et al. [13] berechneten die Anzahl benötigter bzw. beteiligter Spender. Dabei zeigten diese, dass sich rechnerisch die Spendehäufigkeit und bei ATKs die gespendete Menge auf die Anzahl beteiligter Spender auswirkt. Die Vorgehensweise wird bestätigt durch die Ausführungen in den Stellungnahmen der Arbeitsgemeinschaft der Ärzte staatlicher und kommunaler Bluttransfusionsdienste (StKB) zur Therapie mit unterschiedlichen Thrombozyten-Konzentraten [16] und des Arbeitskreises Blut des Bundesministeriums für Gesundheit [6].

Die Ergebnisse in Tabelle 5 und Tabelle 6 zeigen nicht nur die Anzahl beteiligter Spender. Aus den Daten können die für die simulierten Versorgungsarten 100% ATK oder 100% PTK zusätzlich benötigten Spender abgeleitet werden.

Bei einer 100% ATK-Versorgung wären im Durchschnitt 1,6mal mehr Apheresespender notwendig. Bei einer maximalen Spendenzahl von 26 Apheresen müssten statt ca. 10000 ca. 16000 Spender zur Spende motiviert werden. Die Meldedaten des PEI belegen eine zurzeit in Deutschland übliche mittlere Spendenzahl von ca. 5 Apheresespenden [21]. Demnach müssten statt ca. 52000 dann 83200 Spender mobilisiert werden. Der Arbeitskreis Blut gibt an, dass die Spendehäufigkeit beim aktuellen Spenderstamm um 3 Apheresespenden/Jahr und Spender auf 8,3 Apheresen/Jahr angehoben werden müsste [6]. Würde man die Spendehäufigkeit belassen, so gibt der Arbeitskreis Blut an, müssten 24000 neue Apheresespender gewonnen werden [6].

Eine Studie von Amrein et al. [26] beschreibt einen Einfluss bei der Aussetzung mit Zitrat während des Aphereseverfahrens auf den Knochen- und Mineralstoffwechsel des Spenders. Diese Studie mit 102 Apheresespendern sowie 102 Nichtspendern als Kontrollgruppe beschreibt sowohl kurzfristige Veränderungen des Knochen- und Mineralstoffwechsels, als auch längerfristige Auswirkungen auf die Knochenmasse der Spender. Die wichtigste Erkenntnis dabei war, dass die Knochendichte der Spender im Vergleich zur Kontrollgruppe an allen Messstellen abnahm. Im Lendenwirbelbereich ist

der Verlust der Knochendichte bei den Spendern am größten und signifikant. Somit scheint eine längerfristige Apherese-Spende für den Spender nicht völlig ohne Nebenwirkungen zu verlaufen.

Für eine Umstellung auf eine 100% PTK-Versorgung müssten im Mittel 2,7mal mehr Vollblutspenden zur Produktion von PTKs zur Verfügung stehen. Bei einer maximalen Spendenzahl von 6 Vollblutspenden und 4 verwendeten BCs müssten statt ca. 100000 dann ca. 270000 Vollblutspenden verarbeitet werden. Analog dazu müssten bei 5 BCs statt ca. 126000 dann ca. 340200 und bei 6 BCs statt 151000 dann ca. 407700 Vollblutspenden verwendet werden. Bei der zurzeit in Deutschland üblich mittleren Spendenzahl von 2 Vollblutspenden und 4 verwendeten BCs müssten anstelle von ca. 302000 ca. 815400 Vollblutspenden zur Herstellung von PTKs eingesetzt werden. Hier entsprechend bei 5 BCs statt ca. 378000 dann ca. 1020600 und bei 6 BCs statt ca. 454000 dann 1225800 Vollblutspenden weiter verarbeitet werden. Ausgehend von den jährlich erschienenen Vollblutspendern (Tabelle 1) zur Produktion und Bereitstellung einer ausreichenden Zahl von EKs wäre eine Produktion von PTKs mit 4, 5 und 6 Buffy-Coats mit einer mittleren und maximalen Spendenzahl theoretisch möglich. Bei der Auswahl der Spender ist jedoch zu beachten, dass bei Einnahme von z.B. Antirheumatika, Analgetika, Antihypertonika, Lipidsenker oder Urikostatika die Vollblutspende nicht für die Herstellung von PTKs verwendet werden kann. Der Arbeitskreis Blut zeigt, dass die Herstellung der in Deutschland erforderlichen Anzahl von PTK aus Vollblutspenden grundsätzlich möglich wäre, solange es keine starken Schwankungen im Spendenaufkommen gibt [6]. Bei streng Blutgruppen-identischer Versorgung ist eine Versorgung mit PTK für 0 RhD+, A RhD+, B und AB möglich [6]. Eine eigenständige Versorgung mit 0 RhD-, A RhD-PTK ist in Einrichtungen mit weniger als 50000 Vollblutspenden nicht möglich [6]. Diese Einrichtungen müssten für ihre Thrombozytenversorgung auf externe TK aus größeren Spendeeinrichtungen zurückgreifen [6].

5.1.2 Anzahl kontaminierter Blutkomponenten

Die Bestimmung der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten schließt an die Berechnung der Anzahl beteiligter Spender an. Hierzu wird die Anzahl beteiligter Spender mit der Prävalenz eines infektiösen Agens und der Anzahl der Spenden pro Jahr multipliziert. Vamvakas et al. beschreibt eine gleiche Herangehensweise und

Berechnungsmethode [9]. Gleichmaßen geht die StKB in Ihrer Stellungnahme zur Berechnung des Risikos einer Infektionsübertragung vor [16].

Um die Berechnungen mit realistischen Prävalenzen durchzuführen, wurden die Meldedaten nach § 22 der 4 Erreger HIV, HCV, HBV und Syphilis verwendet. Anhand der Daten lassen sich Situationen mit neu auftretenden Erregern unter Blutspendern simulieren, auf die nicht getestet wird oder werden kann. Die Meldedaten nach § 22 zeigen, dass sich die Apherese- und Vollblutspenderpopulation hinsichtlich der Prävalenzen unterscheiden. Begründungen dieser Tatsache ergeben sich durch das Geschlecht und die Altersunterschiede der Spender, daraus lässt sich vermuten, dass sich die Spenderkollektive grundsätzlich unterscheiden. So zeigt der Arbeitskreis Blut, dass z.B. HIV-Infektionen signifikant häufiger bei spendenden Männern als bei Frauen auftreten [6]. Anlässlich des DGTI-Kongresses 2012 präsentierte Offergeld et al. [17] Ergebnisse eines mathematischen Modells, die zeigen, dass sich Apherese- und Vollblutspender hinsichtlich ihrer Demografie und Prävalenz unterscheiden. Diese Resultate beschreiben die Autoren in einer Publikation, in der sie das zugrundeliegende mathematische Modell und ihre Ergebnisse erweitert darstellen [18].

5.1.2.1 HIV

Für den Erreger HIV sind die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung nicht signifikant. Die HIV Infektionen/100000 Spenden liegen bei 0,94 bei Apheresespendern und bei 0,99 bei Vollblutspendern [18]. Im Mittel beträgt die Differenz bei 4 BCs aufgerundet 7, bei 5 BCs aufgerundet 10 und bei 6 BCs aufgerundet 13 kontaminierte Blutkomponenten pro Jahr.

Die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind nicht signifikant. Die mittleren Differenzen gehen von 10 bei 4 BCs, 15 bei 5 BCs bis 20 kontaminierte Blutkomponenten bei 6 BCs.

Die Abweichungen zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind bei 5 BCs in den Jahren 2010 signifikant erhöht und 2012 sowie bei 6 BCs in den Jahren 2002, 2004, 2006, 2010, 2011 und 2012 signifikant höher. Die durchschnittlichen Differenzen der kontaminierten Blutkomponenten erstrecken sich von 16 bei 4 BCs, 24 bei 5 BCs bis 32 bei 6 BCs.

Im Jahr 2003 ist eine Abweichung in den Ergebnissen zu beobachten. In diesem Jahr hätte eine 100% ATK-Versorgung gegenüber der Mischversorgung mit 4 BCs eine

kontaminierte Blutkomponente und gegenüber einer 100% PTK-Versorgung mit 4 BCs vier kontaminierte Blutkomponenten mehr ausgelöst. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Jahr 2003 die Anzahl bestätigt positiver HIV-Fälle unter den Apheresespendern bei 2 von 27471 (0,007%) liegt. Im Betrachtungszeitraum ist dies der zweithöchste Wert. Im Gegensatz dazu gab es unter den Vollblutspendern im Jahr 2003 nur 33 bestätigt positive HIV-Fälle bei insgesamt 2231348 Spendern (0,001%). Im Betrachtungszeitraum ist dies der zweitniedrigste Wert. Dies ist auf 2 bestätigt positive HIV-Fälle unter den Apheresespendern in 2003 und im Gegensatz zu den anderen Jahren nur 33 bestätigt positive HIV-Fälle unter den Vollblutspendern zurückzuführen.

5.1.2.2 HCV

Für den betrachteten Erreger HCV sind die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung nicht signifikant. Im Mittel beträgt die Differenz bei 4 BCs aufgerundet 16, bei 5 BCs aufgerundet 19 und bei 6 BCs aufgerundet 23 kontaminierte Blutkomponenten pro Jahr.

Die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind bei 4 BCs und 5 BCs erhöht. Bei 6 BCs ist der Unterschied in den Jahren 2000, 2003, 2008 und 2009 nicht signifikant. Die mittleren Differenzen gehen von 24 bei 4 BCs, 31 bei 5 BCs bis 38 kontaminierte Blutkomponenten bei 6 BCs.

Die Abweichungen zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind größtenteils hoch signifikant, außer bei 4 BCs in den Jahren 2000, 2003, 2008 und 2009, bei 5 BCs in den Jahren 2000 und 2003 und bei 6 BCs in dem Jahr 2000. Die durchschnittlichen Differenzen der kontaminierten Blutkomponenten erstrecken sich von 40 bei 4 BCs, 49 bei 5 BCs bis 60 bei 6 BCs.

Bei HCV gab es bei den Apheresespendern nur in den Jahren 2000, 2003, 2008 und 2009 gemeldete Infektionen und in diesen Jahren sind die Zahlen der kontaminierten Blutkomponenten für ATKs am geringsten. In den Jahren ohne Infektionen resultieren keine kontaminierten Blutkomponenten. Damit geht für HCV über den gesamten Betrachtungszeitraum ein geringes Risiko für ATKs einher. an der Heiden et al. konnte zeigen, dass PTKs gegenüber ATKs eher mit HCV kontaminiert sind [18].

5.1.2.3 HBV

Für den betrachteten Erreger HBV sind die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung nicht signifikant. Im Mittel beträgt die Differenz bei 4 BCs aufgerundet 8, bei 5 BCs aufgerundet 10 und bei 6 BCs aufgerundet 13 kontaminierte Blutkomponenten pro Jahr.

Die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind höher und im Jahr 2000 bei 5 BCs sowie bei 6 BCs signifikant. Die mittleren Differenzen gehen von 13 bei 4 BCs, 18 bei 5 BCs bis 22 kontaminierte Blutkomponenten bei 6 BCs.

Die Abweichungen zwischen einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind höher und schwanken stark. Bei 4 BCs ist der Unterschied in den Jahren 2000, 2002 und 2005 signifikant, bei 5 BCs in den Jahren 2001, 2003, 2004, 2009 und 2011 nicht signifikant sowie bei 6 BCs in dem Jahr 2003, 2004, 2009 und 2011 nicht signifikant. Die durchschnittlichen Differenzen der kontaminierten Blutkomponenten erstrecken sich von 21 bei 4 BCs, 28 bei 5 BCs bis 35 bei 6 BCs.

Bei HBV gab es bei Apheresespendern nur in den Jahren 2001, 2003, 2004, 2009 und 2011 gemeldete Infektionen. In den Jahren 2004, 2009 und 2011 fällt besonders auf, dass die Infektionsraten bei Apheresespendern so erhöht sind, dass eine Mischversorgung und besonders eine 100% PTK-Versorgung weniger kontaminierte Blutkomponenten hervorbringen und somit ein geringeres Risiko darstellen. Die Autoren an der Heiden et al. konnten den Nachweis erbringen, dass die Wahrscheinlichkeit einer mit HBV kontaminierten Spende unter Apheresespendern höher ist [18].

5.1.2.4 Treponema pallidum

Für den betrachteten Erreger der Syphilis sind die Unterschiede zwischen den Versorgungsarten generell sehr hoch. Eine Ausnahme stellt das Jahr 2006 dar, da in diesem Jahr die Infektionsrate bei den Apheresespendern erhöht war.

Die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% ATK-Versorgung sind in den Jahren 2008 und 2012 bei 6 BCs signifikant.

Die Analysen ergeben signifikante Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung in den Jahren 2008 und 2012 bei 4 BCs. Für 5 BCs lassen sich in den Jahren 2002, 2003, 2005, 2008, 2011 und 2012 signifikante

Unterschiede ableiten. Bei PTKs mit 6 BCs sind nur die Ergebnisse der Jahre 2000, 2006 und 2009 nicht signifikant.

Der Vergleich einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung ergibt bei 4 BCs für die Jahre 2000, 2006 und 2009, bei 5 und 6 BCs für die Jahre 2000 sowie 2006 keine signifikanten Unterschiede.

5.1.2.5 Theoretischer Erreger

Auch bei dem theoretischen Erreger sind die Unterschiede zwischen den Versorgungsarten generell sehr hoch. Da die Prävalenz über die Jahre immer gleich ist, gibt es hier keine Ausreißer.

Die Mischversorgung und eine 100% ATK-Versorgung weist in den Jahren 2008, 2010, 2011 und 2012 bei 5 BCs signifikante Unterschiede auf. Bei 6 BCs sind nur die Jahre 2000 bis 2004 nicht signifikant.

Die Unterschiede zwischen der Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung sind in den Jahren 2000 bis 2004 bei 4 BCs nicht signifikant.

Der Vergleich einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung ist über alle Jahre und bei allen BC-Mengen signifikant.

5.1.3 Schlussfolgerung

Die Analyse der kontaminierten Blutkomponenten lässt auf einen starken Einfluss der Prävalenz eines Erregers unter den Apheresespendern auf die Anzahl der kontaminierten Blutkomponenten und die einhergehenden Unterschiede zwischen den Versorgungsarten schließen. Nur geringfügig höhere Infektionsraten führen zu unterschiedlichen Verhältnissen hinsichtlich der Prävalenz und damit zu Schwankungen der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten unter den Versorgungsarten. Signifikante Unterschiede zwischen den Spenderkollektiven hinsichtlich Alter, Geschlecht und Wohngegend bewirken diesen Effekt. Dies bestätigen die Studien von Offergeld et al. [17] und an der Heiden et al. [18]. Die Ergebnisse von Offergeld und an der Heiden et al. beschreiben einen demografischen Unterschied zwischen den Vollblutspendern und Apheresespendern hinsichtlich Geschlecht, Altersgruppe, Einzugsgebiet und Spendeintervall. Die Autoren schlussfolgern daraus einen Einfluss auf die Prävalenz und Inzidenz der transfusionsrelevanten Infektionen und damit auf das Restrisiko.

5.1.4 Absolutes und relatives Risiko

5.1.4.1 Absolutes Risiko

Die Auswertung und Gegenüberstellung der absoluten Risiken zwischen der Mischversorgung, einer 100% ATK-Versorgung und einer 100% PTK-Versorgung lässt eine Senkung durch eine 100% ATK-Versorgung über den gesamten Betrachtungszeitraum erkennen. Wie bereits in den Analysen der kontaminierten Blutkomponenten zu erkennen ist, zeigt sich hier, dass in dem Jahr 2003 für HIV mit 4 BCs die Mischversorgung und eine 100% PTK-Versorgung eine absolute Risikoreduktion bewirken. Das gleiche gilt für HBV in den Jahren 2004, 2009 und 2011 mit allen Mengen an BCs.

Daraus lassen sich starke Einflüsse auf die Anzahl kontaminierter Blutkomponenten bei geringen jährlichen Schwankungen der Prävalenz bei den Apheresespendern ableiten.

Ein direkter Vergleich mit anderen Studien ist nicht möglich, da diese das Restrisiko der bekannten Erreger HIV, HBV und HCV betrachten. Zum Beispiel ermittelten Hourfar et al in einer großen Studie die Inzidenzraten und Restrisiken für HIV, HCV und HBV [27]. Das berechnete Restrisiko für HIV liegt bei 1 zu 4,30 Millionen, für HBV bei 1 zu 0,36 Millionen und für HCV bei 1 zu 10,88 Millionen. In der vorliegenden Arbeit werden die bestehenden Prävalenzen der Erreger HIV, HBV, HCV und *Treponema pallidum* verwendet, um Prävalenzen unter den Blutspendern mit ähnlichen, aber unbekannten Erregern zu simulieren.

Gegenüber der Mischversorgung reicht im Mittel die absolute Risikoreduktion einer 100% ATK-Versorgung von 0,00012% bei HIV und 4 BCs bis 0,00127% bei einem theoretischen Erreger und 6 BCs. Dies entspricht 0,12 kontaminierten Blutkomponenten pro 100000 ausgelieferten Blutkomponenten bei HIV und 4 BCs bis 1,27 pro 100000 bei dem theoretischen Erreger und 6 BCs.

Im Vergleich zu einer 100% PTK-Versorgung verteilt sich im Durchschnitt die absolute Risikoreduktion einer 100% ATK-Versorgung von 0,00028% bei HIV und 4 BCs bis 0,00344% bei einem theoretischen Erreger und 6 BCs. Dies entspricht 0,28 kontaminierten Blutkomponenten pro 100000 ausgelieferten Blutkomponenten bei HIV und 4 BCs bis 3,44 pro 100000 bei dem theoretischen Erreger und 6 BCs.

5.1.4.2 Relatives Risiko

Die Beobachtungen, die aus der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten sowie den absoluten Risiken hervorgehen, spiegeln sich in den Resultaten des relativen Risikos wieder. Zwar bewirkt eine 100% ATK-Versorgung im Durchschnitt über die 13 Jahre eine Reduzierung des relativen Risikos im Vergleich zur Mischversorgung und einer 100% PTK-Versorgung, jedoch ergeben einzelne Jahre mit etwas erhöhten Prävalenzen unter den Apheres Spendern, dass das Risiko der Mischversorgung einer geringeren Schwankung unterliegt. In dem Jahr 2003 hat eine Mischversorgung mit 4 BCs und eine 100% PTK-Versorgung mit 4 BCs für HIV ein geringeres relatives Risiko ergeben. Das gleiche gilt für HBV in den Jahren 2004, 2009 und 2011 bei allen BC-Mengen. Die Ergebnisse zeigen, dass die gelebte Praxis der Mischversorgung demnach die Schwankungen der Prävalenz unter den Apheresespendern kompensiert.

Es gibt ferner Studien, die ältere Zeiträume analysiert haben und zeigen, dass das relative Risiko bzw. Restrisiko durch eine 100% ATK-Versorgung gesenkt werden kann [9, 13]. In dieser Arbeit konnte keine Reproduzierbarkeit solcher Ergebnisse festgestellt werden. Andere Studien mit neueren und größeren Datenmengen geben Hinweise darauf, dass jährliche Unterschiede der Prävalenzen in den Spenderkollektiven in bestimmten Jahren zu einer Risikoerhöhung durch eine 100% ATK-Versorgung geführt hätten [17, 18]. Daher ist die Mischversorgung zu empfehlen, da dort fast alle Schwankungen der Prävalenzen und noch wichtiger, Unterschiede zwischen den Spenderkollektiven abgeschwächt werden können.

5.1.5 Fazit

Die in diesem Teil der Untersuchung gefundenen Zusammenhänge zwischen jährlich produzierten Mengen an ATKs und PTKs, der Menge der verwendeten Buffy-Coats und die Prävalenz des jeweiligen Spenderkollektivs geben wichtige Hinweise darauf, dass bereits minimale Schwankungen der Prävalenz unter den Apheresespendern zu deutlichen Erhöhungen der Anzahl an kontaminierten Präparaten führen. Diese Schwankungen deuten auf signifikante Unterschiede der Spenderpopulationen der Vollblutspender und der Apheresespenders.

Diese Thesen werden erhärtet, da einerseits die Analysen mit bundesweiten Daten und mehreren Jahren durchgeführt wurden, andererseits die Echtdaten der existierenden Erreger zugrunde liegen. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass kein mathematisches Modell vorhersagen kann, wie sich ein neu auftretender Erreger auf die Prävalenz der einzelnen Spenderkollektive auswirkt.

5.2 Patientenbetrachtung

5.2.1 Datengrundlage

Die Daten zu den transfundierten Blutkomponenten des Universitätsklinikums des Saarlands werden seit dem 01.01.2010 in einer zentralen Datenbank gespeichert und sind ab diesem Zeitpunkt über einen Report abrufbar. Da ältere Daten nur schwer vollständig zu beschaffen sind und der Datensatz über 4 Jahre für eine aussagefähige Analyse ausreicht, sind die Jahre 2010 bis 2013 mit 4642 Patienten analysiert worden. Die Daten schließen nur Patienten ein, denen mindestens Thrombozyten-Konzentrate und, wenn zutreffend, Erythrozyten-Konzentrate und/oder therapeutische Plasmen transfundiert wurden. Die Anzahl der Patienten ist groß genug, um Effekte der verschiedenen Blutprodukte auf die Spenderexposition und auf die Wahrscheinlichkeit potentiell kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren, zu erkennen.

5.2.2 Spenderexposition

Die Analyse der Spenderexpositionen der 4 Versorgungsvarianten mit PTKs aus 4, 5 oder 6 BCs und ATKs jeweils inklusive der EKs und TPs belegt, dass sich jedes Jahr alle Varianten signifikant unterscheiden. Eine Patientenversorgung mit ATKs stellt die geringste Spenderexposition dar. Dieser Trend ist auch in den Kliniken nach ICD-10-GM Diagnoseklassen zu sehen. Die beobachteten Effekte entsprechen den Erwartungen, da diese durch die Herstellung bedingt sind. Thiele et al. [14] berichten, dass die Spenderexposition je nach Menge an transfundierten Blutprodukten unterschiedlich ist. Die höchste Spenderexposition haben Patienten mit weniger als 10 transfundierten Blutprodukten. Die gesamte relative Zunahme der Spenderexposition mit der Verwendung von PTKs war in zwei großen Universitätskliniken ähnlich. (43% in Deutschland und 45% in Kanada) [14].

5.2.3 Wahrscheinlichkeit der Transfusion von potentiell kontaminierten Blutkomponenten

Die Auswahl von Blutprodukten zur Transfusion beim Patienten erfolgt zufällig. Als Grundlage der Wahrscheinlichkeits-berechnungen dienen die erhobenen Daten des TFGs § 21 und § 22 und die daraus berechneten potentiell kontaminierten Blutkomponenten aus Kapitel 4.1. Dieses Vorgehen ist in dieser Form in der Literatur noch nicht beschrieben worden. Bei dieser Modellierung ist zu beachten, dass nur für jeden einzelnen Patienten berücksichtigt wird, dass sich die Grundgesamtheit, der zur

Verfügung stehenden Blutkomponenten, mit jeder Transfusion (Ziehung) verringert. Eine Berücksichtigung der Verringerung der Grundgesamtheit erfordert auch das Einbeziehen der kontinuierlichen Herstellung der Blutprodukte über das ganze Jahr. Des Weiteren müssten in eine solche Analyse entweder mehr Kliniken mit einbezogen oder nur die Anzahl der Klinik zur Verfügung stehenden Blutprodukte betrachtet werden. Eine solche komplexe Theorie und Modellierung bedarf der weiteren Untersuchung.

Dies schränkt die Untersuchungen und Ergebnisse dieser Arbeit jedoch nicht ein, da es sich um eine retrospektive Betrachtung der Patientenversorgung handelt. Jede Blutkomponente hat die gleiche Wahrscheinlichkeit, kontaminiert oder nicht kontaminiert zu sein, sowie transfundiert zu werden oder nicht. Auch wird nicht beachtet, dass EKs, TPs und PTKs von gleichen Spendern stammen können. Darum stellt diese Studie ein Worst Case Szenario der Belieferung und somit Blutversorgung einer Klinik dar.

Die in dieser Analyse berechneten Wahrscheinlichkeiten und Signifikanzen zwischen den verschiedenen Arten von Blutprodukten belegen, dass TPs die geringste Wahrscheinlichkeit für Infektionsübertragungen besitzen. Wenn auch die Wahrscheinlichkeiten der EKs höher sind als die der ATKs, nähern sich diese sehr stark an. In 2011 war die Wahrscheinlichkeit zwischen den PTKs aller BC-Mengen und den ATKs für HBV signifikant geringer. Dies ist begründet in der höheren Prävalenz von HBV in 2011 bei Apheresespendern und der damit einhergehenden höheren Anzahl kontaminierter Blutkomponenten.

Diese Ergebnisse geben Hinweise auf starke Auswirkungen des Verhältnisses der Anzahl transfundierter EKs, TPs und Thrombozyten-Konzentrate beim Patienten. Auch die Anzahl kontaminierter Blutkomponenten bei der Herstellung und somit die Prävalenz sowie Produktart haben Effekte auf die Wahrscheinlichkeit kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren.

Die zugrunde liegenden Daten und Berechnungen bilden eine verallgemeinerungsfähige Grundlage zur Modellierung der Erhöhung des Risikos von transfusionsbedingten Erkrankungen assoziiert mit PTKs im Vergleich zu ATKs. Diese Daten können für Ärzte, die ihre Patienten über Behandlungsrisiken informieren müssen, und für Entscheidungsträger in der Gesundheitsversorgung, die den Gewinn

an Sicherheit und die Ressourcen ausbalancieren müssen, von großer Bedeutung sein.

5.2.4 Risikofaktor

Die Analyse der Wahrscheinlichkeiten zwischen den Versorgungsarten mit ATKs oder PTKs zeigt ein generell geringeres Risiko durch eine ATK-Versorgung. Im Jahr 2011 ist das Risiko für Patienten, durch eine ATK-Versorgung HBV kontaminierte Blutkomponenten zu erhalten, größer gegenüber einer PTK-Versorgung. Dies lässt vermuten, dass die Anzahl kontaminierter Blutkomponenten und somit die Prävalenzen bei PTKs bei HIV, HCV, Syphilis sowie dem theoretischen Erreger eher erhöht sind, jedoch ATKs eher bei HBV. Offenbar bewirken auch hier Unterschiede in den Spenderkollektiven diesen Effekt und bestätigen die bereits beschriebenen Ergebnisse der Produktionsbetrachtung und die Schlussfolgerungen der Studien von Offergeld et al. [17] und an der Heiden et al. [18].

5.2.5 Fazit

In diesem Teil der Untersuchung wurden die Ergebnisse der Produktionsbetrachtung auf eine Patientenversorgung übertragen und die Auswirkungen analysiert. Es wurden Zusammenhänge zwischen der Herstellungsmethode und der Spenderexposition gefunden. Weiter gibt es Hinweise auf starke Einflüsse des Mengenverhältnisses transfundierter EKs, TPs sowie Thrombozyten-Konzentrate und der Anzahl kontaminierter Blutkomponenten sowie der Prävalenz der verschiedenen Erreger der Spenderpopulationen auf die Wahrscheinlichkeit der Transfusion potentiell kontaminierter Blutkomponenten beim Patienten. Bereits kleinste Schwankungen der Infektionsrate unter den Apheresespendern führen zu einer erheblichen Steigerung der kontaminierten Blutkomponenten. Dies weist auf wesentliche Unterschiede der Spenderkollektive hin und entsprechen den Erkenntnissen aus der Produktionsbetrachtung.

5.3 Schlussfolgerung

Mit den vorhandenen Daten und der mathematischen Modellierung konnte gezeigt werden, dass sich jährliche Schwankungen in den Prävalenzen unter den Spenderpopulationen auf das Ausmaß und das Verhältnis der potentiell kontaminierten Blutkomponenten unter den postulierten Versorgungsarten auswirken. Allerdings war es nicht möglich eindeutig in Ursache und Wirkung festzustellen, ob Spenderpopulationen, die eine höhere Infektionsrate aufwiesen, zufällige temporäre Phänomene sind oder sich die Spenderpopulationen grundsätzlich signifikant unterscheiden. Hinweise auf Letzteres geben aktuelle Studien von Offergeld et al. [17], an der Heiden et al. [18] und die Beiträge von Lorenz und Wiedemann [19] sowie die Stellungnahme des Arbeitskreises Blut [6]. Somit ist eine definitive Aussage über einen Unterschied im Risiko zwischen Apherese-Thrombozyten-Konzentraten und Pool-Thrombozyten-Konzentraten nicht zu treffen. Allenfalls kann eine Tendenz für ein geringes Risiko bei Apherese-Thrombozyten-Konzentraten beobachtet werden. Jedoch wird diese gemindert durch die beobachteten starken Auswirkungen der jährlichen Unterschiede in den verschiedenen Erreger-Prävalenzen auf die Anzahl kontaminierter Apherese-Thrombozyten-Konzentrate. Demzufolge ist das zur Zeit bestehende Verhältnis von 40% PTKs und 60% AKTs beizubehalten, da dieses Verhältnis ideal Schwankungen der Erregerprävalenzen unter den Spenderpopulationen kompensiert. Auch ist es möglich im Bedarfsfall, wenn bestimmte Spendergruppen betroffen sind, das Verhältnis ad hoc zu regulieren.

Weiter konnte gezeigt werden, dass in der gewählten Modellierung die Spendehäufigkeit keinerlei Auswirkung auf die Menge der kontaminierten Blutkomponenten hat. Eine Regulierung der Spendenanzahl nach oben oder unten beeinflusst zwar die Anzahl der Spender, jedoch ist die Zielgröße der Bedarf an Blutkomponenten, demnach die Anzahl produzierter bzw. ausgelieferter Blutprodukte. Bei wenigen Spendern muss die Spendenanzahl hoch und bei vielen Spendern herunter reguliert werden, um den Bedarf zu decken. Diese Ergebnisse, wenn auch indirekt, zeigen die Studien von Vamvakas et al. [9, 28] sowie die Stellungnahmen der StKB zur Therapie mit unterschiedlichen Thrombozyten-Konzentraten [16] und des Arbeitskreises Blut [6]. Daher ist entscheidend, Maßnahmen zu entwickeln, die den Verlust und den Verfall und somit die Anzahl ausgelieferter Blutprodukte regulieren, sowie das Bewusstsein eines angemessenen Transfusionsbedarfs zu fördern.

6 Literaturverzeichnis

1. Bundesärztekammer (2010) Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie). Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
2. Barthels M (2012) Das Gerinnungskompandium. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart
3. Freireich EJ (2000) Supportive care for patients with blood disorders. Br J Haematol 111:68-77
4. Freireich EJ, Schmidt PJ, Schneiderman MA, Frei E (1959) A comparative study of the effect of transfusion of fresh and preserved whole blood on bleeding in patients with acute leukemia. N Engl J Med 260:6-11
5. Estcount LJ, Stanworth SJ, Murphy MF (2011) Platelet transfusions for patients with haematological malignancies: who needs them? Br J Haematol 154:425-440
6. Arbeitskreis Blut des Bundesministeriums für Gesundheit (2015) Wissenschaftliche Erläuterungen zur Stellungnahme "Bewertung von Apherese- und Pool-Thrombozytenkonzentraten" des AK Blut vom 31.03.2015. Bundesgesundheitsbl 58:1129-1150
7. Arbeitskreis Blut des Bundesministeriums für Gesundheit (2015) Bewertung von Apherese- und Pool-Thrombozytenkonzentraten. Bundesgesundheitsbl 58:1126-1128
8. Weusten JJ, van Drimmelen HA, Lelie PN (2002) Mathematic modeling of the risk of HBV, HCV and HIV transmission by window-phase donations not detected by NAT. Transfusion 42:537-548
9. Vamvakas EC, Hitzler WE (2013) Consistency and Proportionality in Policy Decision-Making in Blood Safety: the Case for an All-Apheresis Platelet Supply in Germany. Clin Lab 59:1-22
10. Schrezenmeier H, Seifried E (2010) Buffy-coat-derived pooled platelet concentrates and apheresis platelet concentrates: which product type should be preferred. Vox Sang 99:1-15
11. Zimmermann R, Blasczyk R, Zingsem J, Eckstein R, Heuft HG (2010) Disparate risks and effects of pooled whole blood-derived vs. apheresis platelet production require an integral view on the blood supply. Vox Sang 99:295-296
12. Lozano ML, Rivera J, Vicente V (2012) Platelet concentrates from whole-blood donations (buffy-coat) or apheresis: which one to use?. Med Clin (Barc) 138:528-533

13. Heuft HG, Mende W, Blasczyk R (2008) A general change of the platelet transfusion policy from apheresis platelet concentrates to pooled platelet concentrates is associated with a sharp increase in donor exposure and infection rates. *Transfus Med Hemother* 35:106-113
14. Thiele T, Heddle N, Greinacher A (2013) Donor exposures in recipients of pooled platelet concentrates. *N Engl J Med* 368:487-489
15. Vamvakas EC (2010) The relative safety of pooled whole-blood-derived platelets prepared by the buffy-coat method versus single-donor (apheresis) platelets. *Clin Lab* 56:263-279
16. Arbeitsgemeinschaft der Ärzte staatlicher und kommunaler Bluttransfusionsdienste e.V. (StKB) (27.12.2011) Stellungnahme des StKB zur Therapie mit unterschiedlichen Thrombozytenkonzentraten. URL: http://www.stkb.de/pdf/Stellungnahme_StKB_ATK_PTK_2011_12.pdf
17. Offergeld R, Ritter S, Kamp C, Hamouda O, an der Heiden M (2012) Differences in Infection Risks between Pool and Apheresis Platelets – a Mathematic Model. *Transfus Med Hemother* 39(suppl 1):36
18. an der Heiden M, Ritter S, Hamouda O, Offergeld R (2015) Estimating the residual risk for HIV, HCV and HBV in different types of platelet concentrates in Germany. *Vox Sang* 108:123-130
19. Lorenz J (2015) Infektionsrisiko für HIV, HCV und HBV. *Transfusionsmedizin* 5:6-7
20. Robert Koch-Institut (RKI) (Stand: 27.06.2014) Daten zu Infektionen unter Blut- und Plasmaspendern nach § 22 Transfusionsgesetz. URL: http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Blut/Transfusionsmedizin/Infektionsdaten/infektionsdaten_node.html
21. Paul-Ehrlich-Institut (PEI) (Stand: 06.02.2015) Berichte nach § 21 Transfusionsgesetz. URL: <http://www.pei.de/DE/infos/meldepflichtige/meldung-blutprodukte-21-transfusionsgesetz/berichte/berichte-21tfg-node.html>
22. Willand L, Ritter S, Reinhard B, Offergeld, Hamouda O (2008) Infektionsepidemiologische Daten von Blutspendern 2006 - Bericht des Robert Koch-Instituts zu den Meldungen nach § 22 Transfusionsgesetz. *Bundesgesundheitsbl* 51:902-914
23. Trappl R, Trost H (2010) Wissenschaft und Medizin. 8. Auflage. Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Austria

24. Sachs L, Hedderich J (2006) Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R. 12. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg New York
25. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (Stand 21.09.2012) Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 10. Revision German Modification Version 2013 (ICD-10-GM 2013). URL: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2013/index.htm>
26. Amrein K, Katschnig C, Sipurzynski S, Stojakovic T, Lanzer G, Stach E, Pieber TR, Dobnig H (2010) Apheresis affects bone and mineral metabolism. Bone 46:789-795
27. Hourfar MK, Jork C, Schottstedt V, Weber-Schehl M, Brixner V, Busch MP, Geusendam G, Gubbe K, Mahnhardt C, Mayr-Wohlfart U, Pichl L, Roth WK, Schmidt M, Seifried E, Wright DJ (2008) Experience of German Red Cross blood donor services with nucleic acid testing: results of screening more than 30 million blood donations for human immunodeficiency virus-1, hepatitis C virus, and hepatitis B virus. Transfusion 48:1558-1566
28. Vamvakas EC (2013) Reasons for moving toward a patient-centric paradigm of clinical transfusion medicine practice. Transfusion 53:888-901

6.1 Anhänge

6.1.1 Tabellen

6.1.1.1 Produktionsbetrachtung

Tabelle 20: Anzahl kontaminierter Präparate der verschiedenen Blutprodukte und die Gesamtsummen der verschiedenen Versorgungsarten für den Erreger HIV. Aufgeteilt nach Menge der verwendeten Buffy-Coats und Jahren. Die Ergebnisse für die maximale und mittlere Spendenzahl sind identisch.

	Jahr	ATK	PTK	EK	TP	Gesamt Mischversorgung	100% ATK	Gesamt 100% ATK-Versorgung	100% PTK	Gesamt 100% PTK-Versorgung
4 Buffy-Coats	2000	5	5	61	22	93	7	90	17	100
	2001	0	5	42	14	61	0	56	13	69
	2002	0	7	59	17	83	0	76	19	95
	2003	16	7	59	16	98	24	99	20	95
	2004	9	12	94	24	139	14	132	32	150
	2005	17	13	91	21	142	27	139	33	145
	2006	6	12	78	19	115	10	107	30	127
	2007	7	11	69	20	107	12	101	28	117
	2008	24	17	106	28	175	40	174	44	178
	2009	16	14	86	23	139	26	135	35	144
	2010	9	17	106	28	160	14	148	46	180
	2011	17	18	107	26	168	27	154	48	181
	2012	18	23	127	43	211	28	187	61	231
5 Buffy-Coats	2000	5	6	61	22	94	7	90	21	104
	2001	0	6	42	14	62	0	56	16	72
	2002	0	9	59	17	85	0	76	24	100
	2003	16	9	59	16	100	24	99	25	100
	2004	9	15	94	24	142	14	132	40	158
	2005	17	16	91	21	145	27	139	41	153
	2006	6	15	78	19	118	10	107	38	135
	2007	7	13	69	20	109	12	101	35	124
	2008	24	21	106	28	179	40	174	54	188
	2009	16	17	86	23	142	26	135	43	152
	2010 ^c	9	22	106	28	165	14	148	58	192
	2011 ^c	17	22	107	26	172	27	154	60	193
	2012 ^c	18	28	127	43	216	28	187	77	247
6 Buffy-Coats	2000	5	7	61	22	95	7	90	25	108
	2001	0	7	42	14	63	0	56	19	75
	2002 ^c	0	11	59	17	87	0	76	28	104
	2003	16	10	59	16	101	24	99	30	105
	2004 ^c	9	18	94	24	145	14	132	48	166
	2005	17	20	91	21	149	27	139	49	161
	2006 ^c	6	18	78	19	121	10	107	45	142
	2007	7	16	69	20	112	12	101	41	130
	2008	24	26	106	28	184	40	174	65	199
	2009	16	20	86	23	145	26	135	52	161
	2010 ^c	9	26	106	28	169	14	148	69	203
	2011 ^c	17	27	107	26	177	27	154	72	205
	2012 ^c	18	34	127	43	222	28	187	92	262

^a Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung

^b Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung

^c Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Tabelle 21: Anzahl kontaminierter Präparate der verschiedenen Blutprodukte und die Gesamtsummen der verschiedenen Versorgungsarten für den Erreger HCV. Aufgeteilt nach Menge der verwendeten Buffy-Coats und Jahren. Die Ergebnisse für die maximale und mittlere Spendenzahl sind identisch.

	Jahr	ATK	PTK	EK	TP	Gesamt Mischversorgung	100% ATK	Gesamt 100% ATK-Versorgung	100% PTK	Gesamt 100% PTK-Versorgung
4 Buffy-Coats	2000	5	7	90	33	135	7	130	24	147
	2001 ^c	0	15	146	49	210	0	195	44	239
	2002 ^c	0	19	162	46	227	0	208	51	259
	2003	8	12	106	28	154	12	146	35	169
	2004 ^c	0	16	125	32	173	0	157	43	200
	2005 ^c	0	20	137	32	189	0	169	50	219
	2006 ^c	0	18	117	28	163	0	145	45	190
	2007 ^c	0	17	110	31	158	0	141	44	185
	2008	8	16	98	26	148	14	138	40	164
	2009	8	17	106	28	159	13	147	43	177
	2010 ^c	0	17	102	27	146	0	129	45	174
	2011 ^c	0	14	84	21	119	0	100	38	143
	2012 ^c	0	17	94	32	143	0	118	45	171
5 Buffy-Coats	2000	5	9	90	33	137	7	130	30	153
	2001 ^c	0	18	146	49	213	0	195	55	250
	2002 ^c	0	24	162	46	232	0	208	64	272
	2003	8	15	106	28	157	12	146	44	178
	2004 ^c	0	20	125	32	177	0	157	53	210
	2005 ^c	0	25	137	32	194	0	169	62	231
	2006 ^c	0	23	117	28	168	0	145	56	201
	2007 ^c	0	21	110	31	162	0	141	55	196
	2008 ^c	8	20	98	26	152	14	138	50	174
	2009 ^c	8	21	106	28	163	13	147	53	187
	2010 ^c	0	21	102	27	150	0	129	56	185
	2011 ^c	0	18	84	21	123	0	100	47	152
	2012 ^c	0	21	94	32	147	0	129	57	183
6 Buffy-Coats	2000	5	10	90	33	138	7	130	36	159
	2001 ^{b,c}	0	22	146	49	217	0	195	65	260
	2002 ^{b,c}	0	28	162	46	236	0	208	76	284
	2003 ^c	8	18	106	28	160	12	146	53	187
	2004 ^{b,c}	0	24	125	32	181	0	157	64	221
	2005 ^{b,c}	0	29	137	32	198	0	169	74	243
	2006 ^{b,c}	0	27	117	28	172	0	145	68	213
	2007 ^{b,c}	0	25	110	31	166	0	141	66	207
	2008 ^c	8	24	98	26	156	14	138	60	184
	2009 ^c	8	25	106	28	167	13	147	64	198
	2010 ^{b,c}	0	25	102	27	154	0	129	67	196
	2011 ^{b,c}	0	21	84	21	126	0	100	57	154
	2012 ^{b,c}	0	25	94	32	151	0	118	68	182

- ^a Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung
^b Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung
^c Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Tabelle 22: Anzahl kontaminierter Blutkomponenten der verschiedenen Blutpräparate und die Gesamtsummen der verschiedenen Versorgungsarten für den Erreger HBV. Aufgeteilt nach Menge der verwendeten Buffy-Coats und Jahren. Die Ergebnisse für die maximale und mittlere Spendenzahl sind identisch.

	Jahr	ATK	PTK	EK	TP	Gesamt Mischversorgung	100% ATK	Gesamt 100% ATK-Versorgung	100% PTK	Gesamt 100% PTK-Versorgung
4 Buffy-Coats	2000 ^c	0	23	298	109	430	0	407	80	487
	2001	7	13	129	44	193	10	183	39	212
	2002 ^c	0	13	113	32	158	0	145	36	181
	2003	8	10	88	23	129	12	123	29	140
	2004	18	6	46	12	82	28	86	16	74
	2005 ^c	0	12	85	20	117	0	105	31	136
	2006	0	11	69	16	96	0	85	27	112
	2007	0	11	67	19	97	0	86	27	113
	2008	0	10	61	16	87	0	77	25	102
	2009	16	4	24	7	51	26	57	10	41
	2010	0	7	40	11	58	0	51	18	69
	2011	25	7	41	10	83	40	89	19	70
	2012	0	9	49	17	75	0	62	24	90
5 Buffy-Coats	2000 ^{b,c}	0	28	298	109	435	0	407	100	507
	2001	7	16	129	44	196	10	183	48	221
	2002 ^c	0	17	113	32	162	0	145	44	189
	2003	8	13	88	23	132	12	123	37	148
	2004	18	8	46	12	84	28	86	20	78
	2005 ^c	0	15	85	20	120	0	105	39	144
	2006 ^c	0	14	69	16	99	0	85	33	118
	2007 ^c	0	13	67	19	99	0	86	34	120
	2008 ^c	0	12	61	16	89	0	77	31	108
	2009	16	5	24	7	52	26	57	12	43
	2010 ^c	0	8	40	11	59	0	51	22	73
	2011	25	9	41	10	85	40	89	23	74
	2012 ^c	0	11	49	17	77	0	62	30	96
6 Buffy-Coats	2000 ^{b,c}	0	34	298	109	441	0	407	120	527
	2001 ^c	7	20	129	44	200	10	183	58	231
	2002 ^c	0	20	113	32	165	0	145	53	198
	2003	8	15	88	23	134	12	123	44	155
	2004	18	9	46	12	85	28	86	24	82
	2005 ^c	0	18	85	20	123	0	105	46	151
	2006 ^c	0	16	69	16	101	0	85	40	125
	2007 ^c	0	16	67	19	102	0	86	40	126
	2008 ^c	0	15	61	16	92	0	77	37	114
	2009	16	6	24	7	53	26	57	15	46
	2010 ^c	0	10	40	11	61	0	51	26	77
	2011	25	11	41	10	87	40	89	28	79
	2012 ^c	0	13	49	17	79	0	62	36	102

^a Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung

^b Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung

^c Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Tabelle 23: Anzahl kontaminierter Blutkomponenten der verschiedenen Blutpräparate und die Gesamtsummen der verschiedenen Versorgungsarten für den Erreger der Syphilis. Aufgeteilt nach Menge der verwendeten Buffy-Coats und Jahren. Die Ergebnisse für die maximale und mittlere Spendenzahl sind identisch.

	Jahr	ATK	PTK	EK	TP	Gesamt Mischversorgung	100% ATK	Gesamt 100% ATK-Versorgung	100% PTK	Gesamt 100% PTK-Versorgung
4 Buffy-Coats	2000	5	8	106	39	158	7	152	29	174
	2001 ^c	0	15	147	50	212	0	197	44	241
	2002 ^c	0	24	206	59	289	0	265	65	330
	2003 ^c	0	19	166	43	228	0	209	55	264
	2004 ^c	9	26	201	51	287	14	266	69	321
	2005 ^c	9	32	224	52	317	14	290	81	357
	2006	36	26	166	39	267	60	265	64	269
	2007 ^c	14	28	184	52	278	23	259	74	310
	2008 ^{b,c}	0	33	204	54	291	0	258	83	341
	2009	24	28	180	47	279	39	266	72	299
	2010 ^c	18	29	181	47	275	28	256	79	307
	2011 ^{b,c}	9	33	197	48	287	14	247	87	332
	2012 ^{b,c}	9	40	222	75	346	14	294	106	403
5 Buffy-Coats	2000	5	10	106	39	160	7	152	36	181
	2001 ^c	0	19	147	50	216	0	197	55	252
	2002 ^{b,c}	0	30	206	59	295	0	265	81	346
	2003 ^{b,c}	0	23	166	43	232	0	209	69	278
	2004 ^c	9	32	201	51	293	14	266	86	338
	2005 ^{b,c}	9	40	224	52	325	14	290	101	377
	2006	36	32	166	39	273	60	265	80	285
	2007 ^c	14	35	184	52	285	23	259	92	328
	2008 ^{b,c}	0	41	204	54	299	0	258	104	362
	2009 ^c	24	35	180	47	286	39	266	90	317
	2010 ^c	18	37	181	47	283	28	256	98	326
	2011 ^{b,c}	9	41	197	48	295	14	247	109	354
	2012 ^{b,c}	9	49	222	75	355	14	294	133	430
6 Buffy-Coats	2000	5	12	106	39	162	7	152	43	188
	2001 ^{b,c}	0	22	147	50	219	0	197	66	263
	2002 ^{b,c}	0	36	206	59	301	0	265	97	362
	2003 ^{b,c}	0	28	166	43	237	0	209	83	292
	2004 ^{b,c}	9	39	201	51	300	14	266	103	355
	2005 ^{b,c}	9	48	224	52	333	14	290	121	397
	2006	36	38	166	39	279	60	265	96	301
	2007 ^{b,c}	14	42	184	52	292	23	259	110	346
	2008 ^{a,b,c}	0	49	204	54	307	0	258	125	383
	2009 ^c	24	41	180	47	292	39	266	108	335
	2010 ^{b,c}	18	44	181	47	290	28	256	118	346
	2011 ^{a,b,c}	9	49	197	48	303	14	247	131	376
	2012 ^{a,b,c}	9	59	222	75	365	14	294	160	457

- ^a Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung
^b Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung
^c Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

Tabelle 24: Anzahl kontaminierter Blutkomponenten der verschiedenen Blutpräparate und die Gesamtsummen der verschiedenen Versorgungsarten für einen theoretischen Erreger. Aufgeteilt nach Menge der verwendeten Buffy-Coats und Jahren. Die Ergebnisse für die maximale und mittlere Spendenzahl sind gleich.

	Jahr	ATK	PTK	EK	TP	Gesamt Mischversorgung	100% ATK	Gesamt 100% ATK-Versorgung	100% PTK	Gesamt 100% PTK-Versorgung
4 Buffy-Coats	2000 ^c	20	30	401	146	597	27	574	108	655
	2001 ^c	21	41	408	138	608	31	577	122	668
	2002 ^c	21	48	418	119	606	33	570	131	668
	2003 ^c	22	45	398	103	568	33	534	132	633
	2004 ^c	23	55	429	108	615	37	574	146	683
	2005 ^{b,c}	24	62	434	100	620	40	574	157	691
	2006 ^{b,c}	25	67	434	102	628	42	578	166	702
	2007 ^{b,c}	28	69	450	127	674	45	622	180	757
	2008 ^{b,c}	29	74	465	122	690	48	635	189	776
	2009 ^{b,c}	29	72	469	121	691	47	637	187	777
	2010 ^{b,c}	32	75	467	119	693	51	637	203	789
	2011 ^{b,c}	33	77	466	113	689	52	631	208	787
	2012 ^{b,c}	35	80	451	152	718	55	658	218	821
5 Buffy-Coats	2000 ^{b,c}	20	38	401	146	605	27	574	135	682
	2001 ^{b,c}	21	51	408	138	618	31	577	152	698
	2002 ^{b,c}	21	60	418	119	618	33	570	164	701
	2003 ^{b,c}	22	56	398	103	579	33	534	165	666
	2004 ^{b,c}	23	69	429	108	629	37	574	182	719
	2005 ^{b,c}	24	77	434	100	635	40	574	196	730
	2006 ^{b,c}	25	83	434	102	644	42	578	208	744
	2007 ^{b,c}	28	86	450	127	691	45	622	225	802
	2008 ^{a,b,c}	29	93	465	122	709	48	635	236	823
	2009 ^{b,c}	29	89	469	121	708	47	637	234	824
	2010 ^{a,b,c}	32	94	467	119	712	51	637	253	839
	2011 ^{a,b,c}	33	96	466	113	708	52	631	260	839
	2012 ^{a,b,c}	35	100	451	152	738	55	658	272	875
6 Buffy-Coats	2000 ^{b,c}	20	45	401	146	612	27	574	161	708
	2001 ^{b,c}	21	61	408	138	628	31	577	183	729
	2002 ^{b,c}	21	72	418	119	630	33	570	196	733
	2003 ^{b,c}	22	67	398	103	590	33	534	198	699
	2004 ^{b,c}	23	82	429	108	642	37	574	219	756
	2005 ^{a,b,c}	24	92	434	100	650	40	574	235	769
	2006 ^{a,b,c}	25	100	434	102	661	42	578	249	785
	2007 ^{a,b,c}	28	103	450	127	708	45	622	270	847
	2008 ^{a,b,c}	29	111	465	122	727	48	635	284	871
	2009 ^{a,b,c}	29	107	469	121	726	47	637	280	870
	2010 ^{a,b,c}	32	113	467	119	731	51	637	304	890
	2011 ^{a,b,c}	33	115	466	113	727	52	631	312	891
	2012 ^{a,b,c}	35	119	451	152	757	55	658	326	929

- ^a Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% ATK-Versorgung
^b Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen Mischversorgung und 100% PTK-Versorgung
^c Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen 100% ATK-Versorgung und 100% PTK-Versorgung

6.1.1.2 Patientenbetrachtung

Tabelle 25: Mittlere Spenderexposition der 4 Versorgungsarten und mittlere Anzahl unterschiedlicher transfundierter Blutpräparate aus dem Jahr 2010, getrennt nach zuständiger Klinik und auf die nächste ganze Zahl gerundet. Je Klinik wird die Anzahl Patienten und deren mittleres Alter gezeigt.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl			mittlere Spenderexposition			
			TK	EK	TP	PTK 4 BC	PTK 5 BC	PTK 6 BC	ATK
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	45,7	11	15	15	71	82	92	40
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	54,4	10	11	2	52	61	71	23
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	49,3	5	8	2	27	31	35	14
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	41,8	10	19	3	59	69	78	31
Klinik für Neurologie	11	64,7	2	3	1	9	10	11	5
Klinik für Augenheilkunde	27	67,6	2	1	0	7	9	10	3
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	65,6	3	6	1	17	20	22	9
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	52,3	5	10	1	27	31	35	15
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	54,5	10	16	12	64	73	82	36
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	67,5	2	10	1	18	20	22	12
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	67,2	3	8	5	24	27	30	15
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	62,6	5	13	7	37	41	45	23
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	27,5	4	16	8	40	44	48	28
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,0	2	5	2	12	14	15	8
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	8,0	2	3	1	9	11	12	5
diverse Kliniken	54	55,6	5	9	9	36	41	45	22
diverse Kliniken	67	60,6	4	9	4	24	27	30	15
diverse Kliniken	4	70,5	4	4	0	17	20	23	7

Tabelle 26: Mittlere Spenderexposition der 4 Versorgungsarten und mittlere Anzahl unterschiedlicher transfundierter Blutpräparate aus dem Jahr 2011, getrennt nach zuständiger Klinik und auf die nächste ganze Zahl gerundet. Je Klinik wird die Anzahl Patienten und deren mittleres Alter gezeigt.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl			mittlere Spenderexposition			
			TK	EK	TP	PTK 4 BC	PTK 5 BC	PTK 6 BC	ATK
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	55,4	6	11	22	57	63	69	39
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	55,2	12	13	1	58	70	81	25
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	59,9	9	9	17	61	70	78	35
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	57,3	4	16	0	31	35	38	20
Klinik für Neurologie	9	59,1	3	1	1	10	12	14	3
Klinik für Augenheilkunde	5	69,8	2	1	0	6	7	8	2
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	67,1	4	7	1	19	22	25	10
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	56,4	8	20	4	51	59	66	30
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	57,0	7	14	6	47	54	61	26
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	73,0	4	11	0	27	31	35	15
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	61,3	4	8	3	23	26	29	14
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	55,8	3	6	1	16	18	20	9
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	27,0	2	4	3	13	15	16	8
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,0	3	6	3	20	23	26	11
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	30,8	3	4	1	14	16	18	7
diverse Kliniken	55	61,7	4	8	5	28	32	35	17
diverse Kliniken	88	65,5	4	8	1	25	29	33	13
diverse Kliniken	9	40,2	5	5	1	26	30	35	11

Tabelle 27: Mittlere Spenderexposition der 4 Versorgungsarten und mittlere Anzahl unterschiedlicher transfundierter Blutpräparate aus dem Jahr 2012, getrennt nach zuständiger Klinik und auf die nächste ganze Zahl gerundet. Je Klinik wird die Anzahl Patienten und deren mittleres Alter gezeigt.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl			mittlere Spenderexposition			
			TK	EK	TP	PTK 4 BC	PTK 5 BC	PTK 6 BC	ATK
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	56,2	7	11	5	42	49	55	22
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	57,3	11	11	2	53	63	74	23
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	48,6	9	6	11	50	58	66	25
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	60,2	2	5	2	12	14	16	8
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	60,0	1	9	0	13	14	15	10
Klinik für Neurologie	27	69,3	3	5	2	17	20	23	9
Klinik für Augenheilkunde	7	79,4	2	1	0	7	8	10	2
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	67,3	3	5	1	17	20	22	8
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	41,3	7	17	3	45	52	58	26
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	58,0	5	10	7	37	42	47	22
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	71,3	5	16	0	34	38	42	21
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	67,6	5	7	19	42	46	50	30
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	63,4	7	16	2	42	48	54	24
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	37,0	3	3	0	15	18	21	6
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,0	4	8	5	26	30	34	16
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	39,3	3	3	1	13	15	17	6
diverse Kliniken	73	62,2	6	11	2	34	40	45	18
diverse Kliniken	83	64,6	4	7	1	21	25	28	12
diverse Kliniken	4	28,0	2	2	0	8	10	11	4

Tabelle 28: Mittlere Spenderexposition der 4 Versorgungsarten und mittlere Anzahl unterschiedlicher transfundierter Blutpräparate aus dem Jahr 2013, getrennt nach zuständiger Klinik und auf die nächste ganze Zahl gerundet. Je Klinik wird die Anzahl Patienten und deren mittleres Alter gezeigt.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	Alter ø	mittlere Anzahl			mittlere Spenderexposition			
			TK	EK	TP	PTK 4 BC	PTK 5 BC	PTK 6 BC	ATK
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	60,8	5	8	1	25	30	34	13
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	55,7	9	12	1	48	57	66	22
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	60,3	10	11	1	48	57	66	20
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	38,0	16	55	10	126	141	156	80
Klinik für Neurologie	14	55,4	4	6	1	22	25	29	10
Klinik für Augenheilkunde	3	83,7	2	1	1	10	12	14	4
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	69,4	3	6	1	18	21	23	9
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	61,5	5	21	3	42	47	52	28
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	56,7	5	14	6	39	44	49	25
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	65,0	3	7	0	16	19	21	9
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	70,3	3	6	1	16	18	21	9
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	63,1	3	10	2	23	25	28	14
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	33,0	2	13	0	21	23	25	15
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,1	2	8	2	17	19	20	11
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	37,5	3	3	1	12	15	17	6
diverse Kliniken	73	62,9	6	11	2	34	40	45	17
diverse Kliniken	79	63,3	4	9	2	25	28	32	13
diverse Kliniken	17	56,1	5	7	1	25	29	33	12

Tabelle 29: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HIV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2010, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	0,033%	0,034%	0,030%	0,095%	0,122%	0,144%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	0,024%	0,004%	0,027%	0,088%	0,113%	0,134%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	0,016%	0,005%	0,012%	0,039%	0,051%	0,060%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,042%	0,006%	0,027%	0,086%	0,111%	0,132%
Klinik für Neurologie	11	0,005%	0,002%	0,004%	0,012%	0,015%	0,018%
Klinik für Augenheilkunde	27	0,002%	-	0,004%	0,014%	0,018%	0,021%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	0,012%	0,002%	0,007%	0,024%	0,031%	0,036%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	0,021%	0,002%	0,012%	0,038%	0,049%	0,058%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,035%	0,027%	0,026%	0,082%	0,106%	0,125%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,022%	0,001%	0,006%	0,018%	0,024%	0,028%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,017%	0,011%	0,008%	0,027%	0,035%	0,041%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	0,028%	0,014%	0,013%	0,040%	0,052%	0,061%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,035%	0,019%	0,011%	0,036%	0,047%	0,056%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,010%	0,004%	0,004%	0,012%	0,016%	0,019%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	0,005%	0,002%	0,004%	0,013%	0,017%	0,020%
diverse Kliniken	54	0,020%	0,020%	0,013%	0,041%	0,053%	0,063%
diverse Kliniken	67	0,019%	0,007%	0,009%	0,027%	0,035%	0,042%
diverse Kliniken	4	0,008%	-	0,009%	0,030%	0,038%	0,045%
Gesamt	1010	0,018%	0,007%	0,015%	0,047%	0,061%	0,072%

Tabelle 30: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HCV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2010, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	0,032%	0,033%	-	0,095%	0,117%	0,139%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	0,023%	0,004%	-	0,088%	0,108%	0,129%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	0,015%	0,005%	-	0,039%	0,048%	0,058%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,040%	0,006%	-	0,086%	0,106%	0,127%
Klinik für Neurologie	11	0,005%	0,002%	-	0,012%	0,014%	0,017%
Klinik für Augenheilkunde	27	0,002%	-	-	0,014%	0,017%	0,020%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	0,011%	0,002%	-	0,024%	0,029%	0,035%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	0,020%	0,002%	-	0,038%	0,047%	0,056%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,034%	0,026%	-	0,082%	0,101%	0,120%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,021%	0,001%	-	0,018%	0,022%	0,027%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,016%	0,010%	-	0,027%	0,033%	0,040%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	0,027%	0,014%	-	0,040%	0,050%	0,059%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,034%	0,018%	-	0,036%	0,045%	0,053%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,010%	0,004%	-	0,012%	0,015%	0,018%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	0,005%	0,002%	-	0,013%	0,016%	0,019%
diverse Kliniken	54	0,020%	0,019%	-	0,041%	0,051%	0,061%
diverse Kliniken	67	0,018%	0,007%	-	0,027%	0,034%	0,040%
diverse Kliniken	4	0,008%	-	-	0,030%	0,036%	0,043%
Gesamt	1010	0,018%	0,006%	-	0,047%	0,058%	0,069%

Tabelle 31: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HBV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2010, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	0,012%	0,014%	-	0,039%	0,045%	0,056%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	0,009%	0,002%	-	0,036%	0,041%	0,052%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	0,006%	0,002%	-	0,016%	0,018%	0,023%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,016%	0,002%	-	0,036%	0,041%	0,051%
Klinik für Neurologie	11	0,002%	0,001%	-	0,005%	0,005%	0,007%
Klinik für Augenheilkunde	27	0,001%	-	-	0,006%	0,006%	0,008%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	0,004%	0,001%	-	0,010%	0,011%	0,014%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	0,008%	0,001%	-	0,016%	0,018%	0,022%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,013%	0,011%	-	0,034%	0,039%	0,048%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,008%	-	-	0,007%	0,009%	0,011%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,006%	0,004%	-	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	0,011%	0,006%	-	0,017%	0,019%	0,024%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,013%	0,007%	-	0,015%	0,017%	0,021%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,004%	0,002%	-	0,005%	0,006%	0,007%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	0,002%	0,001%	-	0,005%	0,006%	0,008%
diverse Kliniken	54	0,008%	0,008%	-	0,017%	0,019%	0,024%
diverse Kliniken	67	0,007%	0,003%	-	0,011%	0,013%	0,016%
diverse Kliniken	4	0,003%	-	-	0,012%	0,014%	0,017%
Gesamt	1010	0,007%	0,003%	-	0,019%	0,022%	0,028%

Tabelle 32: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger der Syphilis mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2010, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	0,056%	0,058%	0,059%	0,161%	0,205%	0,243%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	0,042%	0,007%	0,054%	0,149%	0,190%	0,226%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	0,027%	0,008%	0,024%	0,067%	0,085%	0,101%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,072%	0,010%	0,054%	0,147%	0,187%	0,222%
Klinik für Neurologie	11	0,008%	0,004%	0,007%	0,020%	0,025%	0,030%
Klinik für Augenheilkunde	27	0,003%	-	0,009%	0,024%	0,030%	0,036%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	0,020%	0,003%	0,015%	0,041%	0,052%	0,062%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	0,036%	0,003%	0,024%	0,065%	0,082%	0,098%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,060%	0,045%	0,051%	0,140%	0,178%	0,211%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,037%	0,002%	0,011%	0,031%	0,040%	0,047%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,029%	0,018%	0,017%	0,046%	0,059%	0,070%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	0,048%	0,024%	0,025%	0,068%	0,087%	0,104%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,060%	0,032%	0,023%	0,062%	0,079%	0,094%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,018%	0,007%	0,008%	0,021%	0,026%	0,031%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	0,009%	0,004%	0,008%	0,022%	0,028%	0,034%
diverse Kliniken	54	0,035%	0,033%	0,026%	0,070%	0,089%	0,106%
diverse Kliniken	67	0,032%	0,012%	0,017%	0,047%	0,060%	0,071%
diverse Kliniken	4	0,014%	-	0,018%	0,050%	0,064%	0,076%
Gesamt	1010	0,031%	0,011%	0,029%	0,080%	0,102%	0,121%

Tabelle 33: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für einen theoretischen Erreger mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2010, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	17	0,056%	0,058%	0,059%	0,161%	0,205%	0,243%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	255	0,042%	0,007%	0,054%	0,149%	0,190%	0,226%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	29	0,027%	0,008%	0,024%	0,067%	0,085%	0,101%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,072%	0,010%	0,054%	0,147%	0,187%	0,222%
Klinik für Neurologie	11	0,008%	0,004%	0,007%	0,020%	0,025%	0,030%
Klinik für Augenheilkunde	27	0,003%	-	0,009%	0,024%	0,030%	0,036%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	354	0,020%	0,003%	0,015%	0,041%	0,052%	0,062%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	29	0,036%	0,003%	0,024%	0,065%	0,082%	0,098%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,060%	0,045%	0,051%	0,140%	0,178%	0,211%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	4	0,037%	0,002%	0,011%	0,031%	0,040%	0,047%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	30	0,029%	0,018%	0,017%	0,046%	0,059%	0,070%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	21	0,048%	0,024%	0,025%	0,068%	0,087%	0,104%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,060%	0,032%	0,023%	0,062%	0,079%	0,094%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	12	0,018%	0,007%	0,008%	0,021%	0,026%	0,031%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	21	0,009%	0,004%	0,008%	0,022%	0,028%	0,034%
diverse Kliniken	54	0,035%	0,033%	0,026%	0,070%	0,089%	0,106%
diverse Kliniken	67	0,032%	0,012%	0,017%	0,047%	0,060%	0,071%
diverse Kliniken	4	0,014%	-	0,018%	0,050%	0,064%	0,076%
Gesamt	1010	0,031%	0,011%	0,029%	0,080%	0,102%	0,121%

Tabelle 34: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HIV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2011, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	0,023%	0,048%	0,031%	0,053%	0,066%	0,078%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	0,027%	0,002%	0,058%	0,100%	0,123%	0,147%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	0,019%	0,036%	0,045%	0,078%	0,096%	0,115%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	0,035%	-	0,019%	0,033%	0,040%	0,048%
Klinik für Neurologie	9	0,001%	-	0,011%	0,020%	0,024%	0,029%
Klinik für Augenheilkunde	5	0,001%	-	0,006%	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	0,013%	0,001%	0,016%	0,027%	0,033%	0,040%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	0,042%	0,007%	0,037%	0,064%	0,079%	0,094%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	0,030%	0,011%	0,036%	0,062%	0,077%	0,091%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	0,023%	-	0,021%	0,036%	0,044%	0,052%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	0,016%	0,006%	0,016%	0,028%	0,034%	0,041%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	0,013%	0,002%	0,011%	0,020%	0,024%	0,029%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,007%	0,006%	0,009%	0,015%	0,018%	0,022%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,012%	0,006%	0,015%	0,026%	0,032%	0,038%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	0,007%	0,002%	0,012%	0,020%	0,025%	0,030%
diverse Kliniken	55	0,017%	0,011%	0,019%	0,033%	0,041%	0,049%
diverse Kliniken	88	0,017%	0,002%	0,021%	0,035%	0,044%	0,052%
diverse Kliniken	9	0,011%	0,001%	0,025%	0,044%	0,054%	0,064%
Gesamt	1141	0,019%	0,005%	0,028%	0,049%	0,060%	0,072%

Tabelle 35: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HCV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2011, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	0,018%	0,039%	-	0,044%	0,053%	0,062%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	0,021%	0,001%	-	0,082%	0,100%	0,117%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	0,015%	0,029%	-	0,064%	0,078%	0,092%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	0,028%	-	-	0,027%	0,033%	0,038%
Klinik für Neurologie	9	0,001%	0,001%	-	0,016%	0,020%	0,023%
Klinik für Augenheilkunde	5	0,001%	-	-	0,009%	0,011%	0,013%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	0,011%	0,001%	-	0,022%	0,027%	0,032%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	0,033%	0,006%	-	0,053%	0,064%	0,075%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	0,024%	0,009%	-	0,051%	0,062%	0,073%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	0,018%	-	-	0,029%	0,036%	0,042%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	0,013%	0,005%	-	0,023%	0,028%	0,032%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	0,010%	0,002%	-	0,016%	0,020%	0,023%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,006%	0,005%	-	0,012%	0,015%	0,017%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,009%	0,005%	-	0,021%	0,026%	0,030%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	0,005%	0,002%	-	0,017%	0,020%	0,024%
diverse Kliniken	55	0,013%	0,008%	-	0,027%	0,033%	0,039%
diverse Kliniken	88	0,013%	0,002%	-	0,029%	0,035%	0,042%
diverse Kliniken	9	0,009%	0,001%	-	0,036%	0,044%	0,051%
Gesamt	1141	0,015%	0,004%	-	0,040%	0,049%	0,057%

Tabelle 36: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HBV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2011, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	0,009%	0,019%	0,045%	0,022%	0,025%	0,031%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	0,010%	0,001%	0,085%	0,041%	0,047%	0,059%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	0,007%	0,015%	0,067%	0,032%	0,037%	0,046%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	0,013%	-	0,028%	0,013%	0,015%	0,019%
Klinik für Neurologie	9	-	0,001%	0,017%	0,008%	0,009%	0,012%
Klinik für Augenheilkunde	5	-	-	0,009%	0,004%	0,005%	0,006%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	0,005%	0,001%	0,023%	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	0,016%	0,003%	0,054%	0,026%	0,030%	0,038%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	0,012%	0,005%	0,053%	0,026%	0,029%	0,037%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	0,009%	-	0,030%	0,015%	0,017%	0,021%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	0,006%	0,002%	0,023%	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	0,005%	0,001%	0,017%	0,008%	0,009%	0,012%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,003%	0,002%	0,013%	0,006%	0,007%	0,009%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,004%	0,002%	0,022%	0,011%	0,012%	0,015%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	0,003%	0,001%	0,017%	0,008%	0,010%	0,012%
diverse Kliniken	55	0,006%	0,004%	0,028%	0,014%	0,016%	0,019%
diverse Kliniken	88	0,006%	0,001%	0,030%	0,015%	0,017%	0,021%
diverse Kliniken	9	0,004%	0,001%	0,037%	0,018%	0,020%	0,026%
Gesamt	1141	0,007%	0,002%	0,042%	0,020%	0,023%	0,029%

Tabelle 37: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger der Syphilis mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2011, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	0,043%	0,089%	0,016%	0,097%	0,122%	0,143%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	0,049%	0,003%	0,031%	0,182%	0,228%	0,269%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	0,035%	0,066%	0,024%	0,142%	0,179%	0,211%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	0,064%	-	0,010%	0,060%	0,075%	0,088%
Klinik für Neurologie	9	0,002%	0,001%	0,006%	0,036%	0,045%	0,054%
Klinik für Augenheilkunde	5	0,002%	-	0,003%	0,020%	0,025%	0,029%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	0,025%	0,002%	0,008%	0,049%	0,062%	0,073%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	0,077%	0,013%	0,020%	0,116%	0,146%	0,172%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	0,055%	0,021%	0,019%	0,113%	0,142%	0,168%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	0,042%	-	0,011%	0,065%	0,082%	0,096%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	0,030%	0,011%	0,008%	0,050%	0,063%	0,074%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	0,023%	0,004%	0,006%	0,036%	0,045%	0,054%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,013%	0,011%	0,005%	0,027%	0,034%	0,040%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,021%	0,010%	0,008%	0,047%	0,059%	0,069%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	0,012%	0,004%	0,006%	0,037%	0,046%	0,055%
diverse Kliniken	55	0,031%	0,019%	0,010%	0,060%	0,076%	0,089%
diverse Kliniken	88	0,031%	0,004%	0,011%	0,065%	0,081%	0,096%
diverse Kliniken	9	0,020%	0,002%	0,013%	0,079%	0,100%	0,118%
Gesamt	1141	0,034%	0,009%	0,015%	0,089%	0,112%	0,132%

Tabelle 38: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für einen theoretischen Erreger mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2011, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	29	0,106%	0,214%	0,060%	0,240%	0,298%	0,357%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	258	0,122%	0,008%	0,112%	0,448%	0,556%	0,664%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	23	0,088%	0,159%	0,088%	0,351%	0,436%	0,521%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	3	0,160%	-	0,037%	0,148%	0,184%	0,221%
Klinik für Neurologie	9	0,004%	0,001%	0,022%	0,090%	0,112%	0,134%
Klinik für Augenheilkunde	5	0,004%	-	0,012%	0,048%	0,060%	0,072%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	436	0,061%	0,004%	0,030%	0,122%	0,151%	0,181%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	33	0,191%	0,032%	0,072%	0,288%	0,358%	0,428%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	68	0,137%	0,052%	0,070%	0,280%	0,349%	0,417%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	2	0,105%	-	0,040%	0,161%	0,201%	0,241%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	32	0,075%	0,028%	0,031%	0,124%	0,155%	0,186%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	9	0,058%	0,009%	0,022%	0,090%	0,112%	0,134%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,033%	0,027%	0,017%	0,067%	0,084%	0,100%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	23	0,054%	0,026%	0,029%	0,116%	0,144%	0,173%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	56	0,031%	0,010%	0,023%	0,091%	0,114%	0,137%
diverse Kliniken	55	0,077%	0,047%	0,037%	0,149%	0,186%	0,223%
diverse Kliniken	88	0,077%	0,009%	0,040%	0,160%	0,199%	0,238%
diverse Kliniken	9	0,050%	0,006%	0,049%	0,197%	0,245%	0,293%
Gesamt	1141	0,085%	0,021%	0,055%	0,220%	0,273%	0,327%

Tabelle 39: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HIV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2012, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,028%	0,012%	0,034%	0,070%	0,090%	0,106%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	0,028%	0,004%	0,053%	0,107%	0,138%	0,163%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	0,015%	0,028%	0,043%	0,086%	0,110%	0,131%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,012%	0,003%	0,008%	0,017%	0,022%	0,026%
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	0,024%	-	0,005%	0,011%	0,014%	0,016%
Klinik für Neurologie	27	0,011%	0,004%	0,014%	0,029%	0,037%	0,044%
Klinik für Augenheilkunde	7	0,002%	-	0,007%	0,015%	0,019%	0,023%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	0,012%	0,001%	0,015%	0,030%	0,039%	0,046%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	0,044%	0,007%	0,033%	0,068%	0,087%	0,103%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	0,026%	0,017%	0,026%	0,053%	0,068%	0,080%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	0,042%	-	0,023%	0,046%	0,059%	0,070%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	0,018%	0,048%	0,022%	0,044%	0,056%	0,067%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,042%	0,005%	0,032%	0,064%	0,082%	0,098%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,008%	-	0,016%	0,032%	0,041%	0,048%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,020%	0,011%	0,018%	0,037%	0,048%	0,057%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	0,006%	0,001%	0,012%	0,025%	0,032%	0,038%
diverse Kliniken	73	0,028%	0,004%	0,028%	0,057%	0,073%	0,086%
diverse Kliniken	83	0,018%	0,002%	0,017%	0,035%	0,045%	0,053%
diverse Kliniken	4	0,005%	-	0,008%	0,016%	0,020%	0,024%
Gesamt	1308	0,017%	0,005%	0,024%	0,048%	0,062%	0,073%

Tabelle 40: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HCV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2012, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,021%	0,009%	-	0,053%	0,067%	0,080%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	0,021%	0,003%	-	0,082%	0,102%	0,122%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	0,011%	0,021%	-	0,066%	0,082%	0,098%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,009%	0,002%	-	0,013%	0,016%	0,019%
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	0,018%	-	-	0,008%	0,010%	0,012%
Klinik für Neurologie	27	0,008%	0,003%	-	0,022%	0,027%	0,033%
Klinik für Augenheilkunde	7	0,001%	-	-	0,012%	0,014%	0,017%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	0,009%	0,001%	-	0,023%	0,029%	0,035%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	0,032%	0,005%	-	0,052%	0,065%	0,078%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	0,019%	0,013%	-	0,040%	0,050%	0,060%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	0,031%	-	-	0,035%	0,044%	0,052%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	0,013%	0,036%	-	0,033%	0,042%	0,050%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,031%	0,003%	-	0,049%	0,061%	0,073%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,006%	-	-	0,024%	0,030%	0,036%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,015%	0,008%	-	0,029%	0,036%	0,043%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	0,004%	0,001%	-	0,019%	0,024%	0,029%
diverse Kliniken	73	0,021%	0,003%	-	0,043%	0,054%	0,065%
diverse Kliniken	83	0,014%	0,002%	-	0,027%	0,033%	0,040%
diverse Kliniken	4	0,004%	-	-	0,012%	0,015%	0,018%
Gesamt	1308	0,013%	0,003%	-	0,036%	0,046%	0,055%

Tabelle 41: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HBV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2012, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,011%	0,005%	-	0,030%	0,037%	0,043%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	0,011%	0,002%	-	0,046%	0,056%	0,066%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	0,006%	0,011%	-	0,037%	0,045%	0,053%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,004%	0,001%	-	0,007%	0,009%	0,010%
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	0,009%	-	-	0,005%	0,006%	0,007%
Klinik für Neurologie	27	0,004%	0,002%	-	0,012%	0,015%	0,018%
Klinik für Augenheilkunde	7	0,001%	-	-	0,006%	0,008%	0,009%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	0,005%	0,001%	-	0,013%	0,016%	0,019%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	0,017%	0,003%	-	0,029%	0,036%	0,042%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	0,010%	0,007%	-	0,023%	0,028%	0,033%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	0,016%	-	-	0,020%	0,024%	0,028%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	0,007%	0,019%	-	0,019%	0,023%	0,027%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,016%	0,002%	-	0,028%	0,034%	0,040%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,003%	-	-	0,014%	0,017%	0,020%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,008%	0,004%	-	0,016%	0,020%	0,023%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	0,002%	0,001%	-	0,011%	0,013%	0,016%
diverse Kliniken	73	0,011%	0,002%	-	0,024%	0,030%	0,035%
diverse Kliniken	83	0,007%	0,001%	-	0,015%	0,018%	0,022%
diverse Kliniken	4	0,002%	-	-	0,007%	0,008%	0,010%
Gesamt	1308	0,007%	0,002%	-	0,021%	0,025%	0,030%

Tabelle 42: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger der Syphilis mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2012, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,049%	0,021%	0,017%	0,123%	0,153%	0,186%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	0,049%	0,007%	0,026%	0,188%	0,234%	0,284%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	0,027%	0,050%	0,021%	0,151%	0,187%	0,227%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,020%	0,006%	0,004%	0,030%	0,037%	0,045%
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	0,042%	-	0,003%	0,019%	0,023%	0,028%
Klinik für Neurologie	27	0,020%	0,008%	0,007%	0,050%	0,063%	0,076%
Klinik für Augenheilkunde	7	0,003%	-	0,004%	0,027%	0,033%	0,040%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	0,021%	0,001%	0,007%	0,053%	0,066%	0,081%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	0,076%	0,013%	0,017%	0,120%	0,149%	0,181%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	0,046%	0,031%	0,013%	0,093%	0,115%	0,140%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	0,074%	-	0,011%	0,081%	0,100%	0,122%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	0,032%	0,084%	0,011%	0,077%	0,096%	0,116%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,073%	0,008%	0,016%	0,113%	0,140%	0,170%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,014%	-	0,008%	0,056%	0,070%	0,085%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,035%	0,020%	0,009%	0,066%	0,082%	0,100%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	0,010%	0,002%	0,006%	0,045%	0,055%	0,067%
diverse Kliniken	73	0,050%	0,008%	0,014%	0,100%	0,124%	0,151%
diverse Kliniken	83	0,032%	0,004%	0,009%	0,061%	0,076%	0,093%
diverse Kliniken	4	0,009%	-	0,004%	0,028%	0,035%	0,042%
Gesamt	1308	0,030%	0,008%	0,012%	0,084%	0,105%	0,127%

Tabelle 43: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für einen theoretischen Erreger mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2012, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	25	0,106%	0,044%	0,067%	0,265%	0,331%	0,393%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	208	0,105%	0,015%	0,103%	0,405%	0,504%	0,598%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	30	0,059%	0,106%	0,082%	0,322%	0,401%	0,474%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	5	0,044%	0,012%	0,016%	0,065%	0,081%	0,096%
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie	1	0,090%	-	0,010%	0,040%	0,050%	0,060%
Klinik für Neurologie	27	0,043%	0,016%	0,027%	0,109%	0,136%	0,162%
Klinik für Augenheilkunde	7	0,006%	-	0,015%	0,058%	0,072%	0,086%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	607	0,046%	0,002%	0,029%	0,115%	0,144%	0,172%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	12	0,165%	0,027%	0,065%	0,258%	0,322%	0,383%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	54	0,100%	0,065%	0,051%	0,200%	0,250%	0,297%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	3	0,160%	-	0,044%	0,175%	0,218%	0,259%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	31	0,068%	0,176%	0,042%	0,166%	0,207%	0,247%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	14	0,158%	0,017%	0,061%	0,243%	0,302%	0,359%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	2	0,030%	-	0,030%	0,121%	0,151%	0,180%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	26	0,076%	0,042%	0,036%	0,142%	0,178%	0,211%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	96	0,023%	0,004%	0,024%	0,096%	0,120%	0,143%
diverse Kliniken	73	0,107%	0,016%	0,054%	0,215%	0,268%	0,318%
diverse Kliniken	83	0,070%	0,008%	0,033%	0,132%	0,165%	0,197%
diverse Kliniken	4	0,020%	-	0,015%	0,061%	0,076%	0,090%
Gesamt	1308	0,065%	0,017%	0,046%	0,181%	0,226%	0,269%

Tabelle 44: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HIV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	0,017%	0,001%	0,019%	0,042%	0,054%	0,063%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	0,028%	0,002%	0,040%	0,088%	0,111%	0,129%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	0,025%	0,001%	0,042%	0,091%	0,115%	0,134%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,129%	0,022%	0,069%	0,151%	0,191%	0,222%
Klinik für Neurologie	14	0,014%	0,001%	0,017%	0,037%	0,047%	0,055%
Klinik für Augenheilkunde	3	0,002%	0,002%	0,009%	0,020%	0,025%	0,029%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,012%	0,001%	0,013%	0,029%	0,036%	0,042%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	0,049%	0,005%	0,021%	0,046%	0,059%	0,068%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,032%	0,014%	0,022%	0,048%	0,061%	0,071%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	0,015%	-	0,011%	0,024%	0,030%	0,035%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	0,013%	0,001%	0,011%	0,023%	0,030%	0,035%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	0,022%	0,004%	0,012%	0,027%	0,034%	0,040%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,030%	-	0,009%	0,020%	0,025%	0,029%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,017%	0,004%	0,008%	0,018%	0,023%	0,027%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	0,005%	0,002%	0,010%	0,022%	0,028%	0,033%
diverse Kliniken	73	0,024%	0,003%	0,025%	0,055%	0,069%	0,081%
diverse Kliniken	79	0,019%	0,003%	0,017%	0,037%	0,047%	0,054%
diverse Kliniken	17	0,015%	0,001%	0,020%	0,043%	0,054%	0,063%
Gesamt	1182	0,020%	0,002%	0,021%	0,046%	0,058%	0,068%

Tabelle 45: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HCV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	0,014%	0,001%	-	0,036%	0,045%	0,051%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	0,023%	0,001%	-	0,074%	0,092%	0,106%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	0,021%	0,001%	-	0,076%	0,096%	0,110%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,107%	0,019%	-	0,127%	0,159%	0,183%
Klinik für Neurologie	14	0,011%	0,001%	-	0,032%	0,039%	0,045%
Klinik für Augenheilkunde	3	0,001%	0,002%	-	0,017%	0,021%	0,024%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,010%	0,001%	-	0,024%	0,030%	0,035%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	0,041%	0,004%	-	0,039%	0,049%	0,056%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,026%	0,012%	-	0,041%	0,051%	0,058%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	0,012%	-	-	0,020%	0,025%	0,029%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	0,011%	0,001%	-	0,020%	0,025%	0,028%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	0,019%	0,003%	-	0,023%	0,029%	0,033%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,025%	-	-	0,017%	0,021%	0,024%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,014%	0,003%	-	0,015%	0,019%	0,022%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	0,004%	0,002%	-	0,019%	0,023%	0,027%
diverse Kliniken	73	0,020%	0,002%	-	0,046%	0,058%	0,067%
diverse Kliniken	79	0,016%	0,002%	-	0,031%	0,039%	0,045%
diverse Kliniken	17	0,012%	0,001%	-	0,036%	0,045%	0,052%
Gesamt	1182	0,016%	0,002%	-	0,039%	0,048%	0,056%

Tabelle 46: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger HBV mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	0,007%	-	0,012%	0,018%	0,020%	0,025%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	0,011%	0,001%	0,024%	0,037%	0,042%	0,051%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	0,010%	0,001%	0,025%	0,038%	0,043%	0,053%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,050%	0,009%	0,042%	0,064%	0,072%	0,088%
Klinik für Neurologie	14	0,005%	0,001%	0,010%	0,016%	0,018%	0,022%
Klinik für Augenheilkunde	3	0,001%	0,001%	0,005%	0,008%	0,009%	0,011%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,005%	0,001%	0,008%	0,012%	0,014%	0,017%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	0,019%	0,002%	0,013%	0,020%	0,022%	0,027%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,012%	0,006%	0,013%	0,020%	0,023%	0,028%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	0,006%	-	0,007%	0,010%	0,011%	0,014%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	0,005%	0,001%	0,006%	0,010%	0,011%	0,014%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	0,009%	0,002%	0,007%	0,011%	0,013%	0,016%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,012%	-	0,005%	0,008%	0,009%	0,011%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,007%	0,002%	0,005%	0,008%	0,009%	0,011%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	0,002%	0,001%	0,006%	0,009%	0,010%	0,013%
diverse Kliniken	73	0,009%	0,001%	0,015%	0,023%	0,026%	0,032%
diverse Kliniken	79	0,007%	0,001%	0,010%	0,016%	0,017%	0,021%
diverse Kliniken	17	0,006%	0,001%	0,012%	0,018%	0,020%	0,025%
Gesamt	1182	0,008%	0,001%	0,013%	0,019%	0,022%	0,027%

Tabelle 47: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für den Erreger der Syphilis mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	0,031%	0,002%	0,016%	0,074%	0,092%	0,109%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	0,049%	0,003%	0,032%	0,152%	0,189%	0,225%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	0,045%	0,001%	0,033%	0,157%	0,196%	0,233%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,228%	0,039%	0,056%	0,262%	0,325%	0,388%
Klinik für Neurologie	14	0,024%	0,001%	0,014%	0,065%	0,081%	0,096%
Klinik für Augenheilkunde	3	0,003%	0,004%	0,007%	0,034%	0,043%	0,051%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,022%	0,001%	0,011%	0,050%	0,062%	0,074%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	0,087%	0,009%	0,017%	0,080%	0,100%	0,119%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,056%	0,025%	0,018%	0,083%	0,104%	0,124%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	0,026%	-	0,009%	0,041%	0,051%	0,061%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	0,023%	0,002%	0,009%	0,041%	0,051%	0,060%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	0,040%	0,007%	0,010%	0,047%	0,059%	0,070%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,053%	-	0,007%	0,034%	0,043%	0,051%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,030%	0,007%	0,007%	0,032%	0,039%	0,047%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	0,009%	0,004%	0,008%	0,038%	0,048%	0,057%
diverse Kliniken	73	0,043%	0,005%	0,020%	0,095%	0,118%	0,141%
diverse Kliniken	79	0,034%	0,004%	0,014%	0,064%	0,080%	0,095%
diverse Kliniken	17	0,027%	0,002%	0,016%	0,075%	0,093%	0,111%
Gesamt	1182	0,035%	0,004%	0,017%	0,080%	0,099%	0,118%

Tabelle 48: Mittlere Wahrscheinlichkeiten eine potentiell kontaminierte Blutkomponente einem Patienten zu transfundieren. Berechnet für einen theoretischen Erreger mit den simulierten Daten kontaminierter Blutkomponenten aus dem Jahr 2013, aufgeteilt nach Art von Blutpräparat und zuständiger Klinik.

ICD-10 Codes bezogen auf Kliniken (s. Tabelle 4)	Anzahl Patienten	P(k) EK	P(k) TP	P(k) ATK	P(k) PTK 4 BC	P(k) PTK 5 BC	P(k) PTK 6 BC
Zentrum für Infektionskrankheiten	27	0,073%	0,005%	0,044%	0,174%	0,216%	0,258%
Klinik für Innere Medizin I / Onkologie	226	0,117%	0,007%	0,091%	0,357%	0,443%	0,528%
Klinik für Innere Medizin I / Hämatologie	31	0,107%	0,001%	0,094%	0,371%	0,460%	0,549%
Klinik für Innere Medizin II - Diabetologie / Endokrinologie	6	0,544%	0,092%	0,157%	0,614%	0,761%	0,907%
Klinik für Neurologie	14	0,058%	0,002%	0,039%	0,153%	0,191%	0,228%
Klinik für Augenheilkunde	3	0,007%	0,010%	0,021%	0,081%	0,101%	0,121%
Klinik für Innere Medizin III - Kardiologie	466	0,053%	0,003%	0,030%	0,118%	0,146%	0,175%
Klinik für Innere Medizin V - Pneumologie	35	0,208%	0,021%	0,048%	0,190%	0,236%	0,282%
Klinik für Innere Medizin II - Gastroenterologie	67	0,135%	0,058%	0,050%	0,197%	0,245%	0,292%
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie	5	0,062%	-	0,025%	0,097%	0,121%	0,145%
Klinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie	27	0,055%	0,005%	0,024%	0,096%	0,120%	0,143%
Klinik für Urologie und Kinderurologie	12	0,095%	0,017%	0,028%	0,112%	0,139%	0,166%
Klinik für Frauenheilkunde, Geburtshilfe und Reproduktionsmedizin	3	0,127%	-	0,021%	0,081%	0,101%	0,121%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	19	0,072%	0,017%	0,019%	0,075%	0,093%	0,111%
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin	72	0,021%	0,009%	0,023%	0,091%	0,113%	0,135%
diverse Kliniken	73	0,103%	0,011%	0,057%	0,225%	0,279%	0,333%
diverse Kliniken	79	0,081%	0,010%	0,038%	0,151%	0,188%	0,224%
diverse Kliniken	17	0,064%	0,005%	0,045%	0,176%	0,219%	0,262%
Gesamt	1182	0,083%	0,010%	0,048%	0,187%	0,233%	0,278%

Tabelle 49: Durchschnittliche Risikofaktoren zwischen der Versorgung mit PTKs aus 4 Buffy-Coats, EKs sowie TPs und der Versorgung mit ATKs, EKs sowie TPs. Die Tabelle ist unterteilt in Jahre, Erreger und Kapitel der ICD-10-GM (zuständige Klinik).

Kapitel	2010					2011					2012					2013				
	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.
I	1,92	4,41	4,57	1,77	2,14	1,41	4,30	0,60	2,69	2,24	1,58	4,09	4,32	3,26	2,35	1,67	4,11	1,34	2,65	2,38
II	2,18	4,61	4,79	1,97	2,48	1,46	4,97	0,56	3,02	2,44	1,64	4,44	4,70	3,49	2,49	1,68	4,27	1,35	2,61	2,36
III	2,31	5,00	5,20	2,06	2,69	1,49	5,05	0,56	3,37	2,63	1,57	5,46	5,80	3,20	2,33	1,80	4,72	1,40	3,05	2,70
IV	1,77	3,97	4,11	1,65	1,92	1,31	2,93	0,63	2,02	1,81	1,84	1,15	1,16	5,94	3,40	1,34	2,08	1,20	1,62	1,56
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	1,46	1,49	1,36	1,30	-	-	-	-	-
VI	2,97	5,28	5,49	2,56	3,64	1,67	8,07	0,50	5,14	3,62	1,74	4,13	4,37	4,61	2,92	1,70	4,77	1,36	2,62	2,38
VII	3,00	3,45	3,57	2,58	3,68	1,66	3,13	0,50	5,20	3,62	1,95	3,07	3,22	6,46	3,69	1,86	5,94	1,41	3,31	2,89
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	2,19	3,55	3,68	1,98	2,51	1,46	3,84	0,57	3,13	2,48	1,69	4,56	4,83	3,96	2,68	1,73	3,95	1,37	2,82	2,52
X	2,17	3,54	3,66	1,96	2,50	1,36	3,07	0,61	2,42	2,04	1,54	2,86	2,99	3,00	2,21	1,45	2,47	1,25	1,99	1,85
XI	1,88	3,05	3,13	1,74	2,11	1,37	3,05	0,61	2,48	2,08	1,59	3,48	3,66	3,56	2,43	1,48	3,00	1,26	2,02	1,88
XII	1,60	2,36	2,43	1,52	1,70	1,51	2,22	0,55	3,87	2,85	1,34	2,06	2,14	1,77	1,61	1,59	2,38	1,31	2,39	2,17
XIII	1,91	2,12	2,16	1,75	2,15	1,38	2,76	0,61	2,69	2,18	1,59	3,31	3,48	3,40	2,39	1,70	3,97	1,35	2,78	2,47
XIV	1,80	2,11	2,15	1,67	2,01	1,47	2,11	0,58	3,60	2,68	1,39	2,65	2,77	2,02	1,75	1,51	2,77	1,27	2,11	1,95
XV	1,36	1,66	1,68	1,33	1,41	1,47	3,40	0,58	3,44	2,62	1,81	3,75	3,96	4,91	3,09	1,63	2,19	1,31	2,68	2,37
XVI	1,48	1,99	2,03	1,42	1,55	1,31	2,53	0,62	1,92	1,76	1,36	2,25	2,34	1,87	1,67	1,36	2,15	1,21	1,65	1,58
XVII	1,98	3,00	3,07	1,82	2,21	1,47	4,23	0,56	3,25	2,55	1,76	5,11	5,42	4,65	2,97	1,83	4,52	1,40	3,24	2,83
XVIII	1,95	3,75	3,88	1,79	2,19	1,41	3,93	0,61	2,91	2,32	1,53	3,27	3,44	2,90	2,18	1,65	3,74	1,33	2,56	2,31
XIX	2,09	2,89	2,98	1,89	2,40	1,43	3,36	0,59	3,15	2,45	1,61	3,20	3,36	3,63	2,49	1,69	3,46	1,35	2,74	2,44
XX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI	2,27	5,04	5,24	2,04	2,62	1,48	4,89	0,56	3,28	2,57	1,82	1,52	1,56	5,71	3,31	1,72	3,92	1,37	2,73	2,46
XXII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	2,14	3,72	3,85	1,94	2,45	1,45	4,01	0,58	3,03	2,42	1,65	4,21	4,45	3,76	2,58	1,69	3,85	1,35	2,68	2,40

Tabelle 50: Durchschnittliche Risikofaktoren zwischen der Versorgung mit PTKs aus 5 Buffy-Coats, EKs sowie TPs und der Versorgung mit ATKs, EKs sowie TPs. Die Tabelle ist unterteilt in Jahre, Erreger und Kapitel der ICD-10-GM (zuständige Klinik).

Kapitel	2010					2011					2012					2013				
	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.
I	2,32	5,21	5,08	2,11	2,52	1,64	5,01	0,65	3,22	2,64	1,91	4,86	5,06	3,90	2,80	2,00	4,89	1,46	3,16	2,83
II	2,68	5,46	5,33	2,40	2,98	1,72	5,82	0,62	3,64	2,92	2,00	5,30	5,52	4,19	2,98	2,01	5,08	1,47	3,11	2,80
III	2,87	5,94	5,80	2,53	3,25	1,77	5,92	0,62	4,11	3,17	1,89	6,58	6,87	3,82	2,77	2,19	5,65	1,54	3,68	3,25
IV	2,09	4,66	4,56	1,93	2,23	1,49	3,35	0,68	2,34	2,07	2,31	1,18	1,19	7,34	4,20	1,51	2,35	1,27	1,81	1,74
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	1,57	1,60	1,46	1,40	-	-	-	-	-
VI	3,81	6,28	6,13	3,23	4,54	2,05	9,58	0,56	6,42	4,49	2,15	4,91	5,12	5,63	3,56	2,04	5,71	1,49	3,12	2,83
VII	3,85	4,03	3,94	3,27	4,59	2,03	3,59	0,57	6,51	4,48	2,49	3,58	3,72	8,01	4,59	2,27	7,18	1,56	4,02	3,51
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	2,70	4,15	4,06	2,40	3,02	1,72	4,44	0,63	3,79	2,96	2,08	5,45	5,68	4,80	3,25	2,09	4,69	1,50	3,38	3,01
X	2,67	4,14	4,04	2,38	3,01	1,56	3,51	0,67	2,87	2,39	1,84	3,32	3,44	3,57	2,62	1,67	2,84	1,33	2,30	2,13
XI	2,26	3,53	3,44	2,06	2,48	1,58	3,49	0,66	2,94	2,44	1,92	4,09	4,25	4,29	2,91	1,71	3,50	1,35	2,34	2,17
XII	1,85	2,68	2,63	1,75	1,93	1,79	2,48	0,61	4,76	3,45	1,54	2,33	2,40	1,99	1,81	1,88	2,73	1,42	2,82	2,55
XIII	2,29	2,38	2,33	2,08	2,54	1,59	3,14	0,67	3,22	2,56	1,92	3,88	4,03	4,08	2,85	2,04	4,71	1,48	3,33	2,95
XIV	2,15	2,37	2,32	1,96	2,36	1,73	2,34	0,63	4,40	3,23	1,60	3,06	3,16	2,31	2,00	1,75	3,21	1,37	2,45	2,26
XV	1,52	1,81	1,78	1,47	1,55	1,73	3,91	0,64	4,20	3,16	2,26	4,44	4,62	6,02	3,78	1,93	2,49	1,42	3,20	2,82
XVI	1,68	2,23	2,18	1,61	1,74	1,49	2,85	0,67	2,21	2,00	1,56	2,57	2,64	2,11	1,89	1,53	2,44	1,28	1,85	1,77
XVII	2,40	3,48	3,37	2,18	2,62	1,74	4,92	0,62	3,95	3,06	2,19	6,13	6,40	5,69	3,62	2,23	5,40	1,55	3,93	3,43
XVIII	2,36	4,39	4,29	2,14	2,60	1,64	4,55	0,66	3,50	2,76	1,83	3,84	3,99	3,44	2,58	1,97	4,42	1,45	3,04	2,74
XIX	2,56	3,34	3,27	2,28	2,87	1,68	3,86	0,64	3,82	2,93	1,96	3,75	3,89	4,37	2,98	2,02	4,07	1,47	3,27	2,91
XX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI	2,81	5,99	5,84	2,49	3,17	1,74	5,73	0,62	3,99	3,08	2,29	1,65	1,68	7,04	4,09	2,07	4,65	1,50	3,27	2,93
XXII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	2,63	4,36	4,26	2,35	2,93	1,69	4,65	0,63	3,66	2,88	2,02	5,01	5,22	4,54	3,11	2,02	4,56	1,47	3,20	2,86

Tabelle 51: Durchschnittliche Risikofaktoren zwischen der Versorgung mit PTKs aus 6 Buffy-Coats, EKs sowie TPs und der Versorgung mit ATKs, EKs sowie TPs. Die Tabelle ist unterteilt in Jahre, Erreger und Kapitel der ICD-10-GM (zuständige Klinik).

Kapitel	2010					2011					2012					2013				
	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.	HIV	HCV	HBV	Syphilis	th. Err.
I	2,63	6,01	6,09	2,40	2,91	1,87	5,72	0,76	3,68	3,05	2,18	5,63	5,80	4,61	3,22	2,26	5,48	1,71	3,67	3,27
II	3,08	6,31	6,41	2,77	3,47	1,98	6,67	0,74	4,19	3,39	2,30	6,16	6,35	4,97	3,45	2,28	5,70	1,73	3,60	3,24
III	3,31	6,88	7,00	2,93	3,82	2,04	6,78	0,74	4,75	3,70	2,16	7,69	7,93	4,51	3,19	2,51	6,34	1,83	4,31	3,80
IV	2,35	5,36	5,45	2,18	2,54	1,66	3,76	0,78	2,62	2,34	2,70	1,22	1,23	8,89	4,96	1,64	2,55	1,41	2,00	1,92
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	1,69	1,71	1,58	1,50	-	-	-	-	-
VI	4,48	7,29	7,41	3,82	5,43	2,42	11,09	0,70	7,54	5,35	2,50	5,69	5,86	6,76	4,16	2,32	6,42	1,75	3,62	3,28
VII	4,54	4,60	4,68	3,87	5,50	2,40	4,05	0,70	7,65	5,34	2,94	4,10	4,21	9,72	5,45	2,61	8,11	1,86	4,72	4,13
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX	3,10	4,76	4,83	2,77	3,53	1,97	5,05	0,74	4,37	3,45	2,40	6,34	6,53	5,73	3,78	2,37	5,24	1,77	3,94	3,51
X	3,08	4,74	4,80	2,74	3,51	1,77	3,96	0,77	3,25	2,73	2,10	3,78	3,88	4,20	3,00	1,85	3,12	1,51	2,60	2,40
XI	2,56	4,01	4,05	2,34	2,85	1,79	3,93	0,76	3,34	2,79	2,19	4,71	4,84	5,09	3,36	1,89	3,88	1,53	2,65	2,46
XII	2,06	3,00	3,04	1,95	2,17	2,08	2,74	0,73	5,54	4,06	1,70	2,59	2,65	2,23	2,01	2,11	2,98	1,65	3,25	2,93
XIII	2,60	2,65	2,66	2,36	2,93	1,80	3,51	0,77	3,67	2,95	2,19	4,46	4,58	4,83	3,29	2,31	5,27	1,73	3,88	3,44
XIV	2,42	2,62	2,64	2,21	2,70	1,99	2,58	0,75	5,11	3,78	1,78	3,47	3,56	2,63	2,24	1,95	3,54	1,56	2,79	2,57
XV	1,64	1,97	1,97	1,59	1,69	1,99	4,42	0,75	4,86	3,69	2,64	5,13	5,28	7,25	4,44	2,17	2,71	1,64	3,72	3,27
XVI	1,85	2,46	2,47	1,77	1,93	1,66	3,18	0,77	2,46	2,25	1,73	2,88	2,93	2,38	2,10	1,67	2,66	1,43	2,05	1,96
XVII	2,73	3,95	3,96	2,49	3,03	2,01	5,61	0,74	4,56	3,57	2,55	7,16	7,38	6,84	4,25	2,55	6,05	1,83	4,62	4,02
XVIII	2,69	5,04	5,11	2,44	3,00	1,87	5,18	0,76	4,02	3,19	2,08	4,41	4,53	4,04	2,95	2,22	4,93	1,69	3,52	3,16
XIX	2,93	3,79	3,84	2,62	3,35	1,92	4,37	0,75	4,40	3,40	2,25	4,30	4,41	5,20	3,45	2,29	4,53	1,72	3,81	3,38
XX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI	3,24	6,93	7,06	2,88	3,71	2,01	6,56	0,74	4,61	3,59	2,67	1,77	1,80	8,53	4,82	2,35	5,20	1,76	3,80	3,41
XXII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamt	3,02	5,00	5,08	2,70	3,42	1,94	5,30	0,75	4,21	3,35	2,33	5,81	5,99	5,41	3,60	2,28	5,10	1,72	3,71	3,32

6.1.2 Abbildungen

Abbildung 6: Diese Boxplot-Darstellung zeigt die Spenderexposition aller Patienten für das Jahr 2010 getrennt nach den Versorgungsarten mit unterschiedlich hergestellten Thrombozyten-Konzentraten.

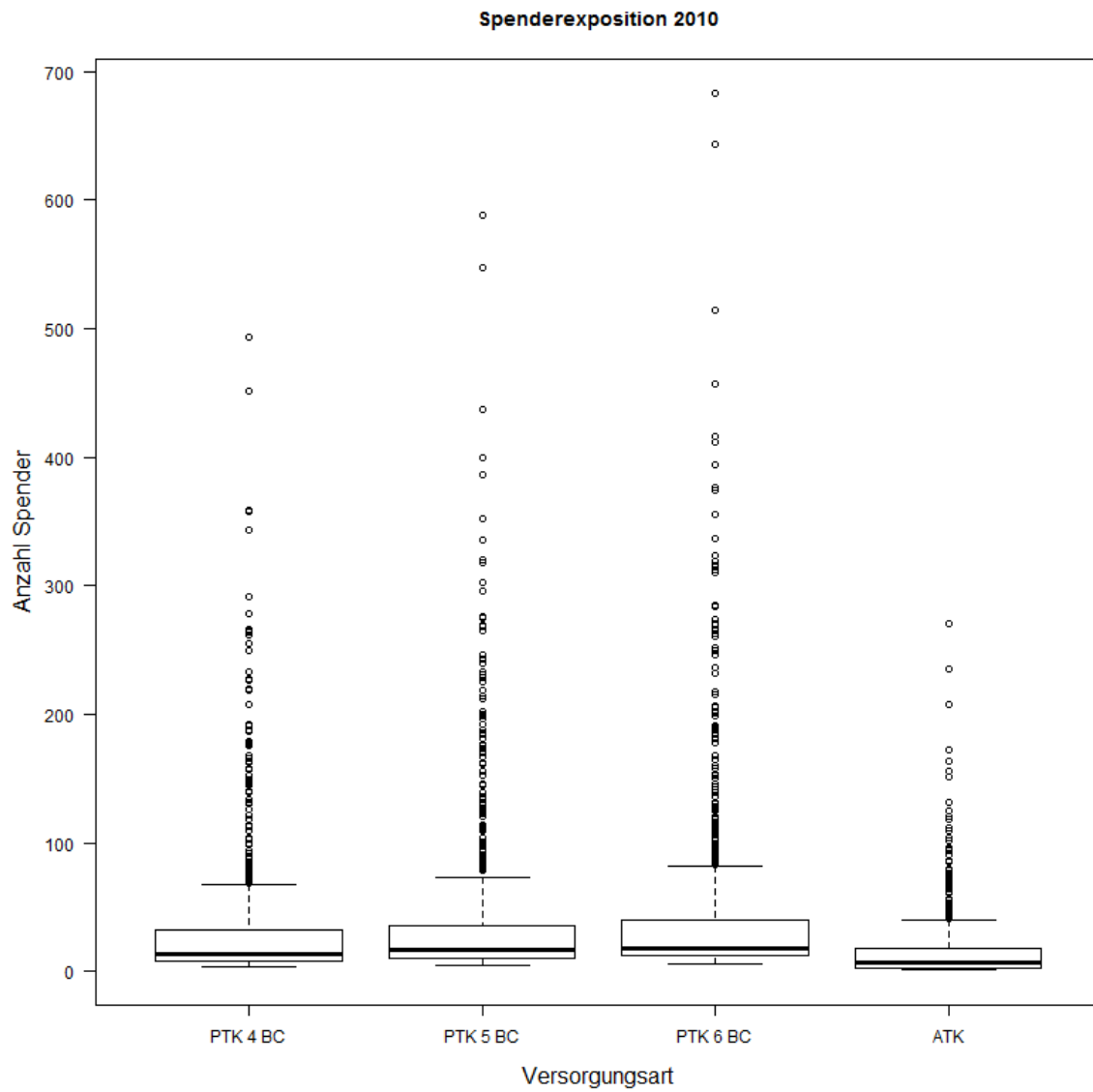


Abbildung 7: Diese Boxplot-Darstellung zeigt die Spenderexposition aller Patienten für das Jahr 2011 getrennt nach den Versorgungsarten mit unterschiedlich hergestellten Thrombozyten-Konzentraten.

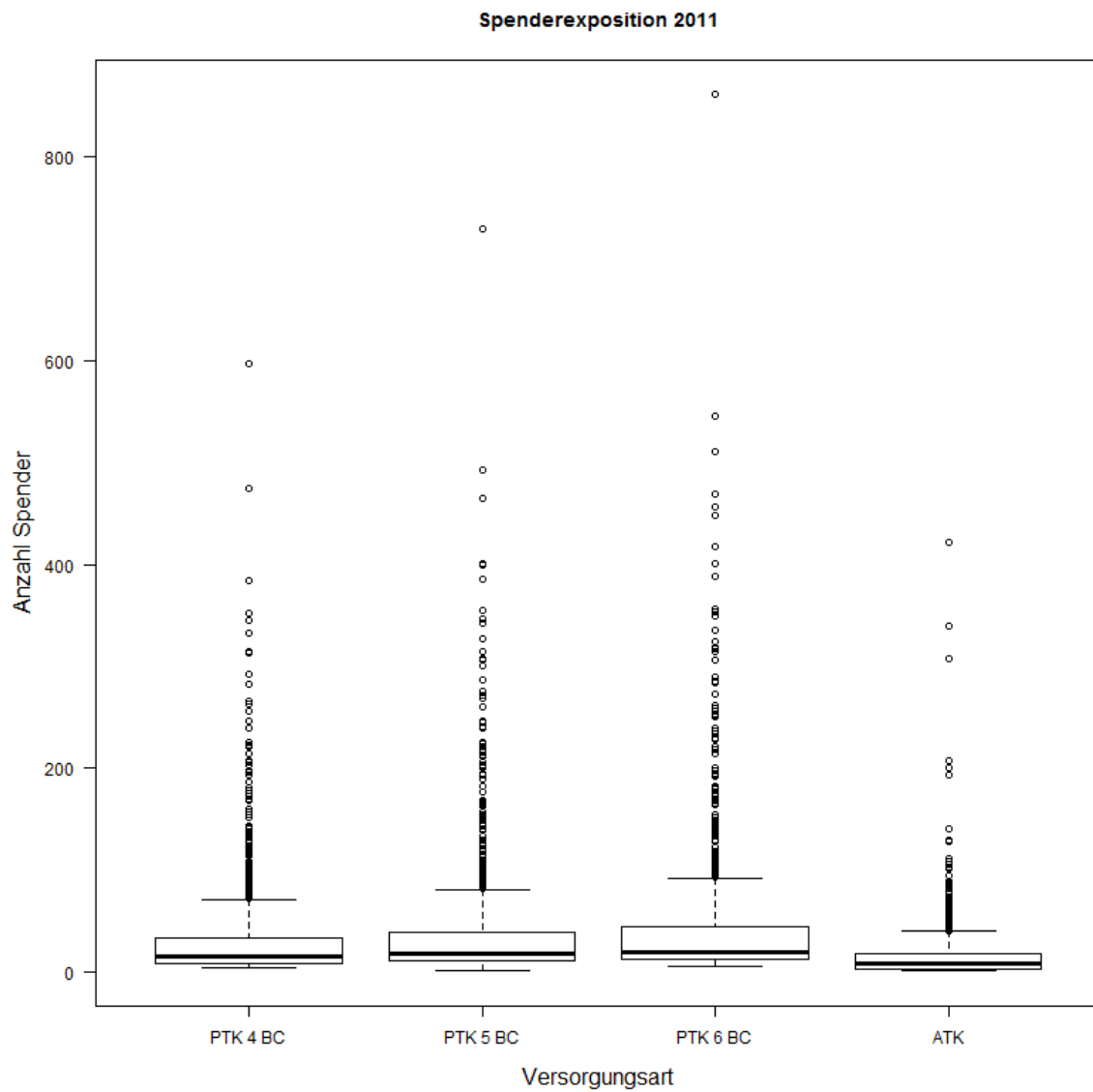


Abbildung 8: Diese Boxplot-Darstellung zeigt die Spenderexposition aller Patienten für das Jahr 2012 getrennt nach den Versorgungsarten mit unterschiedlich hergestellten Thrombozyten-Konzentraten.

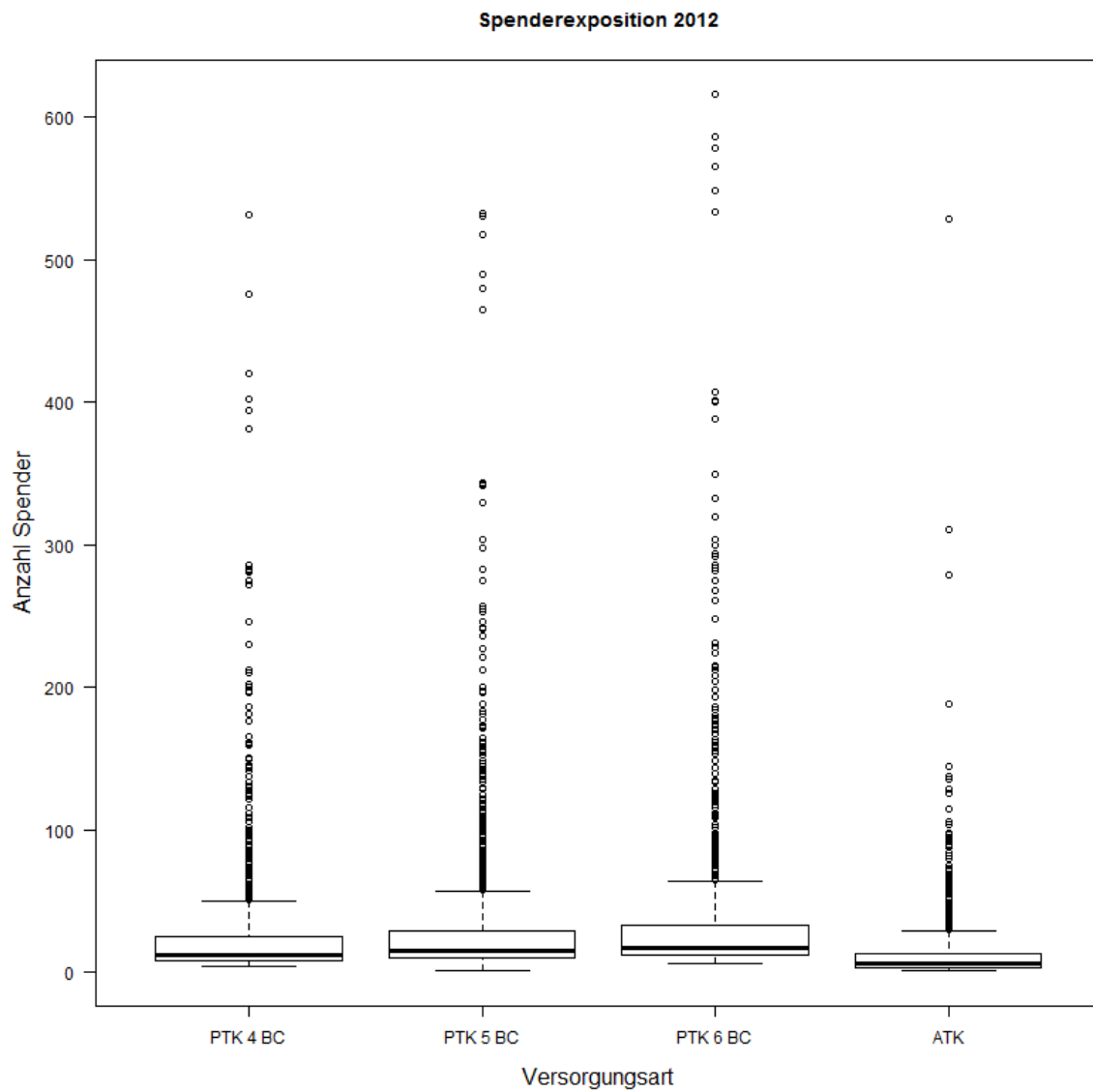


Abbildung 9: Diese Boxplot-Darstellung zeigt die Spenderexposition aller Patienten für das Jahr 2013 getrennt nach den Versorgungsarten mit unterschiedlich hergestellten Thrombozyten-Konzentraten.

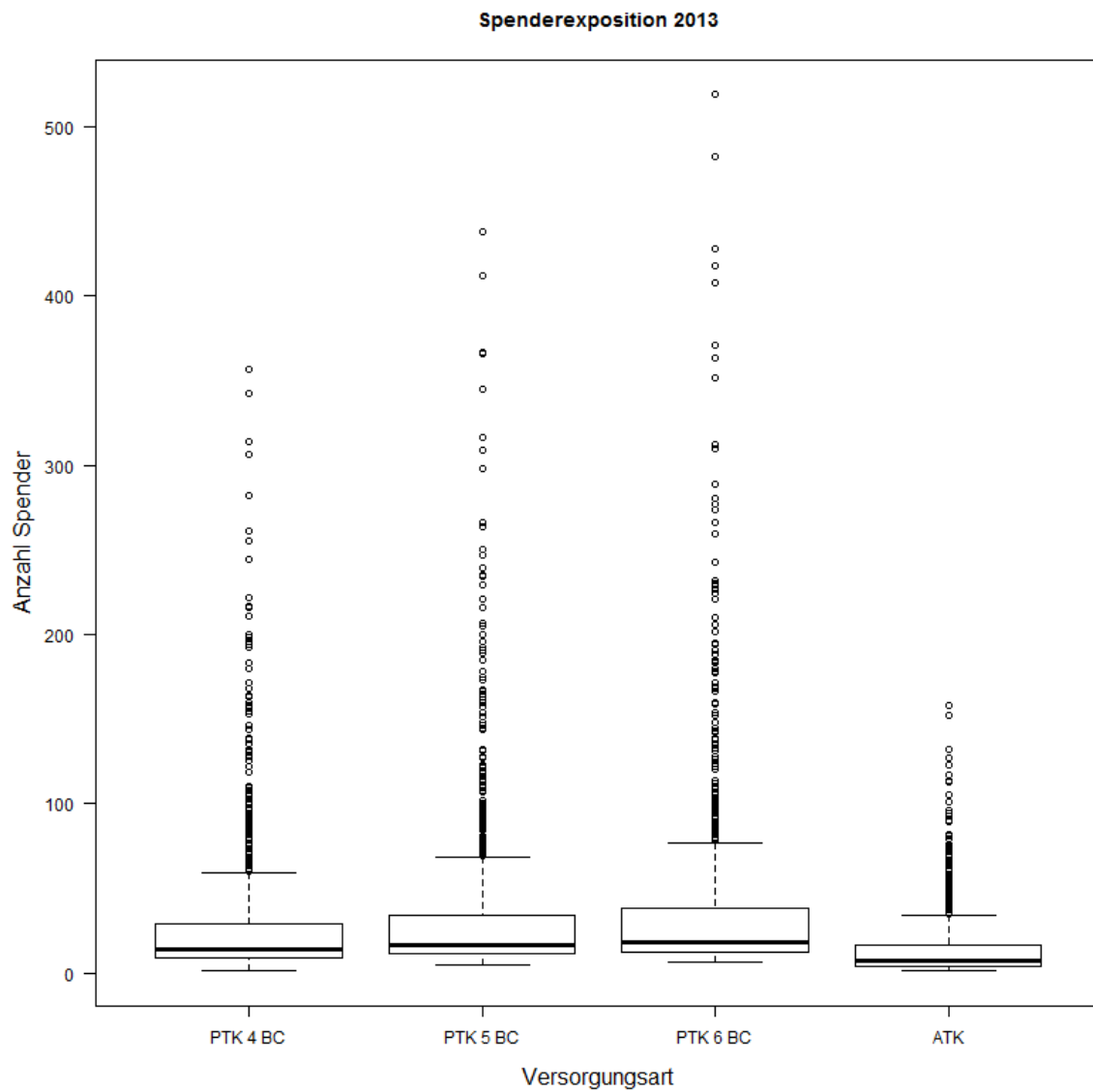
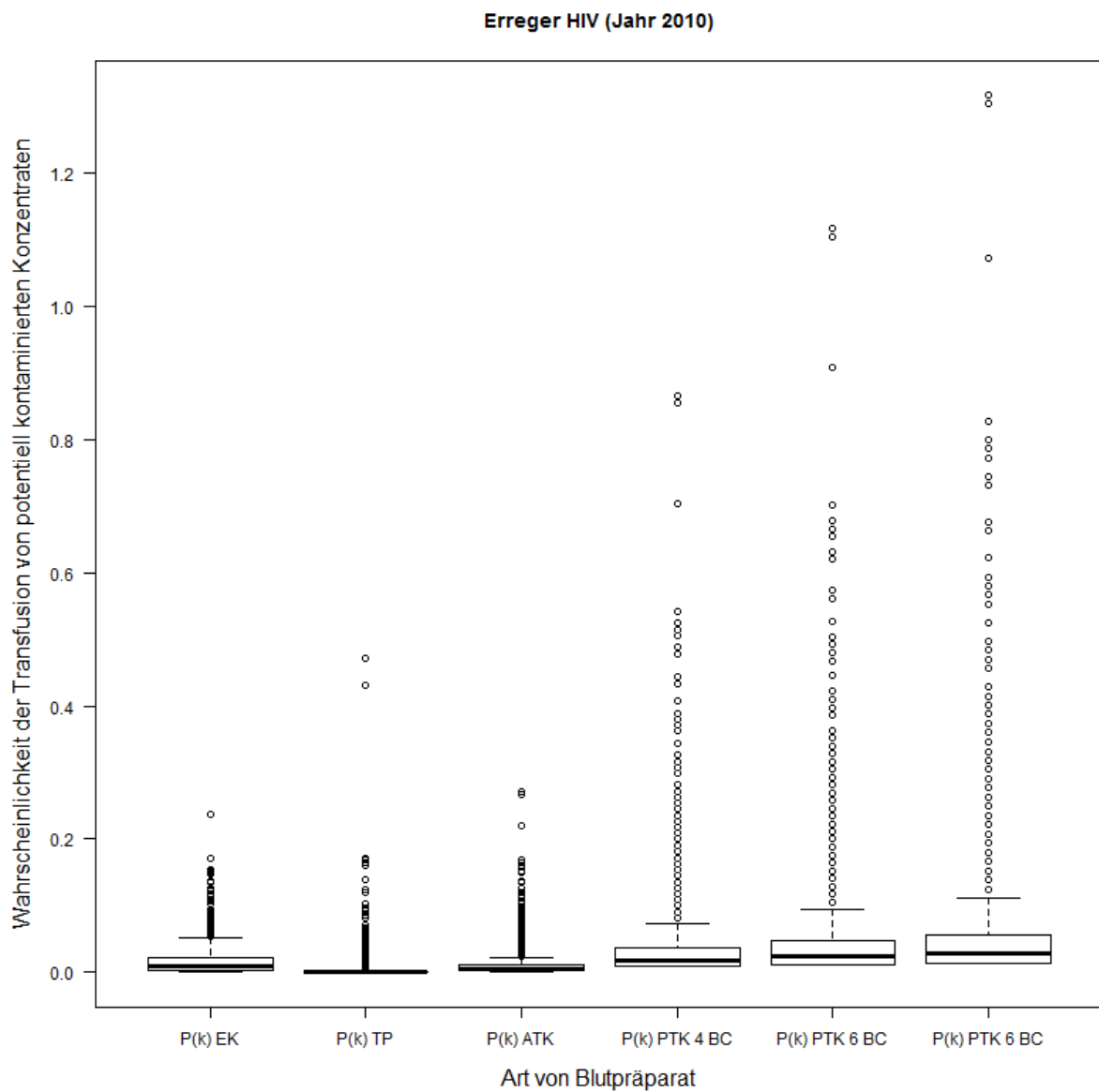
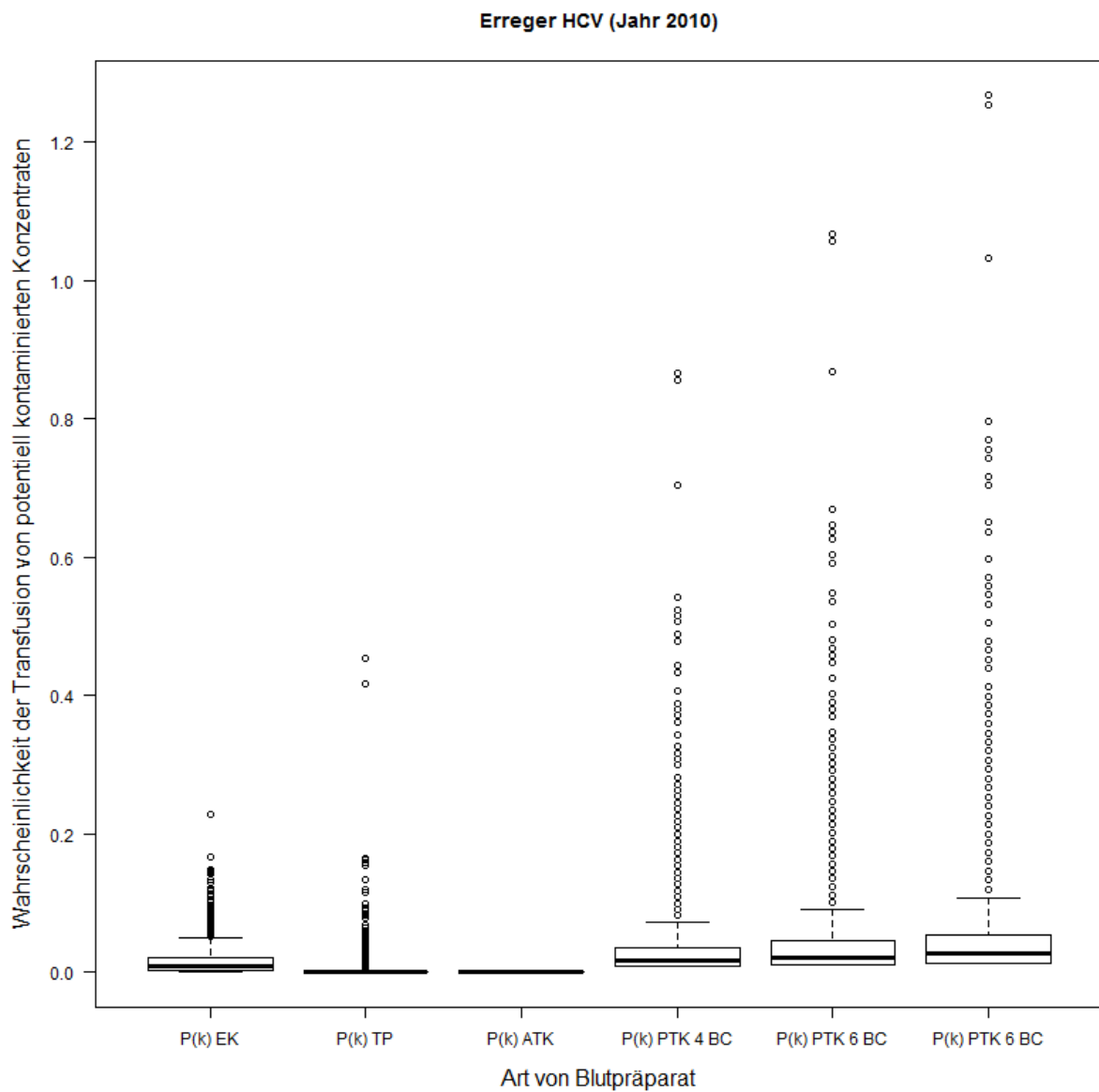


Abbildung 10: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren für den Erreger HIV und das Jahr 2010 aller Patienten.



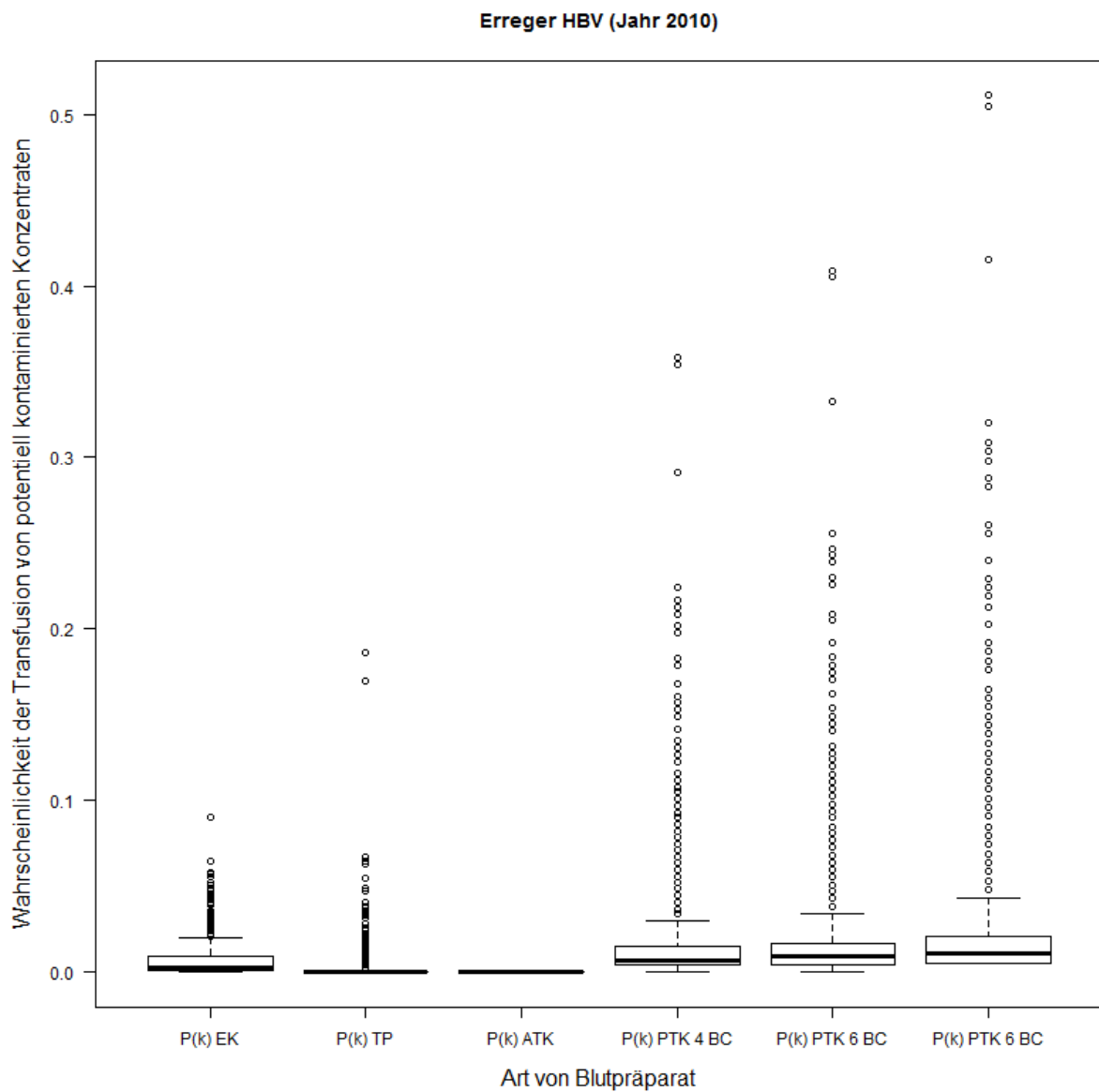
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 11: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren für den Erreger HCV und das Jahr 2010 aller Patienten.



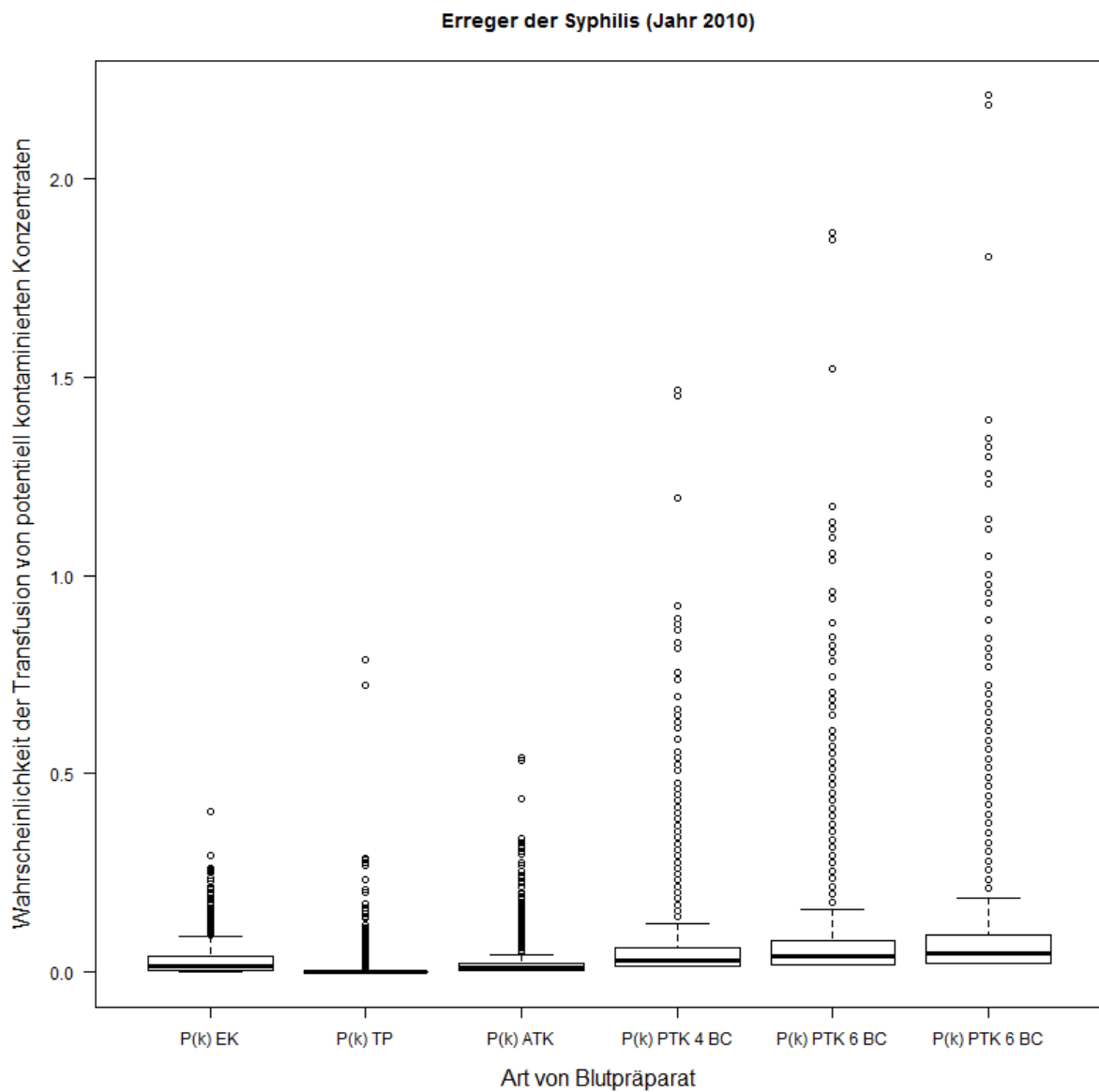
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 12: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren für den Erreger HBV und das Jahr 2010 aller Patienten.



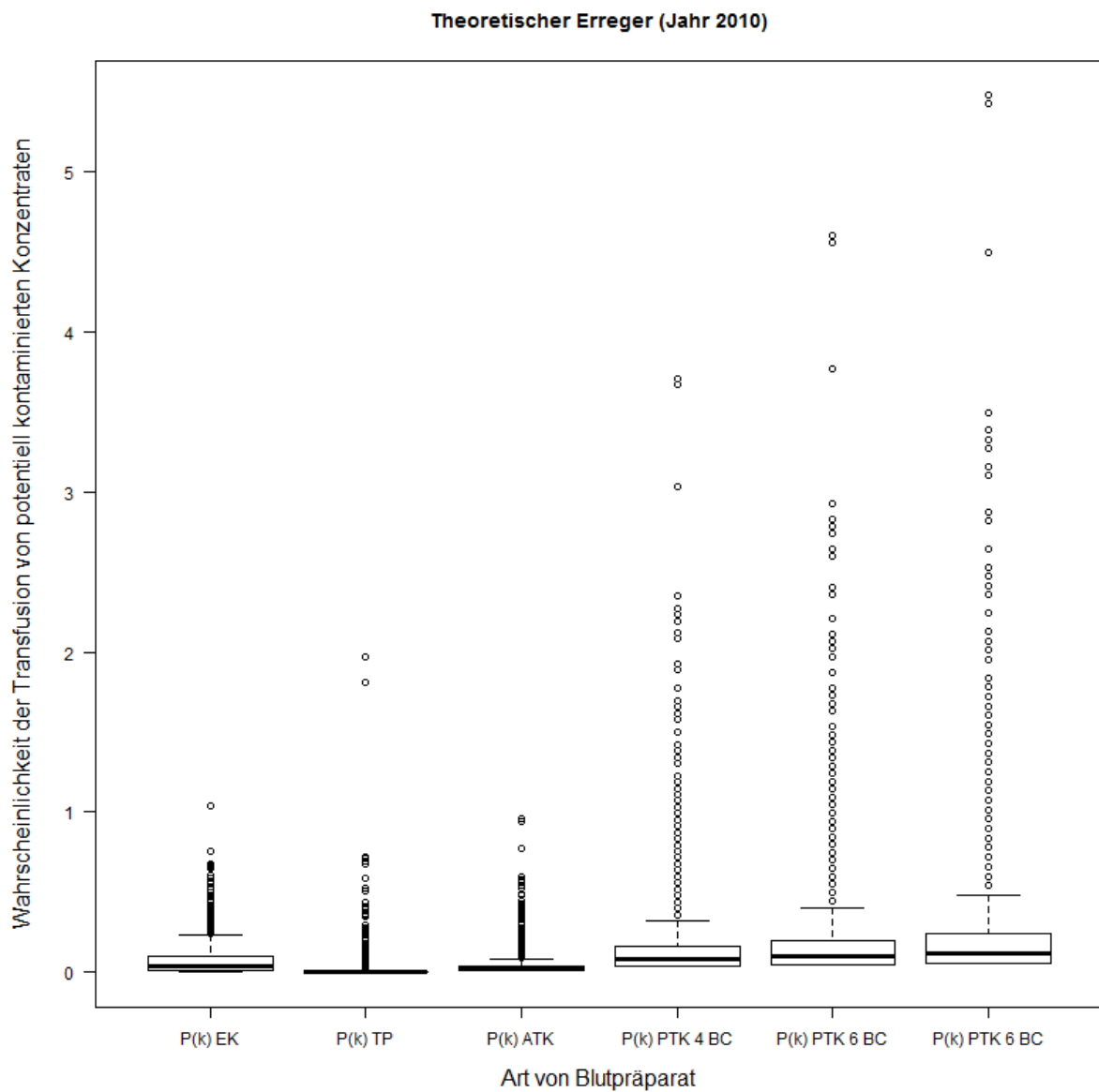
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 13: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren für den Erreger der Syphilis und das Jahr 2010 aller Patienten.



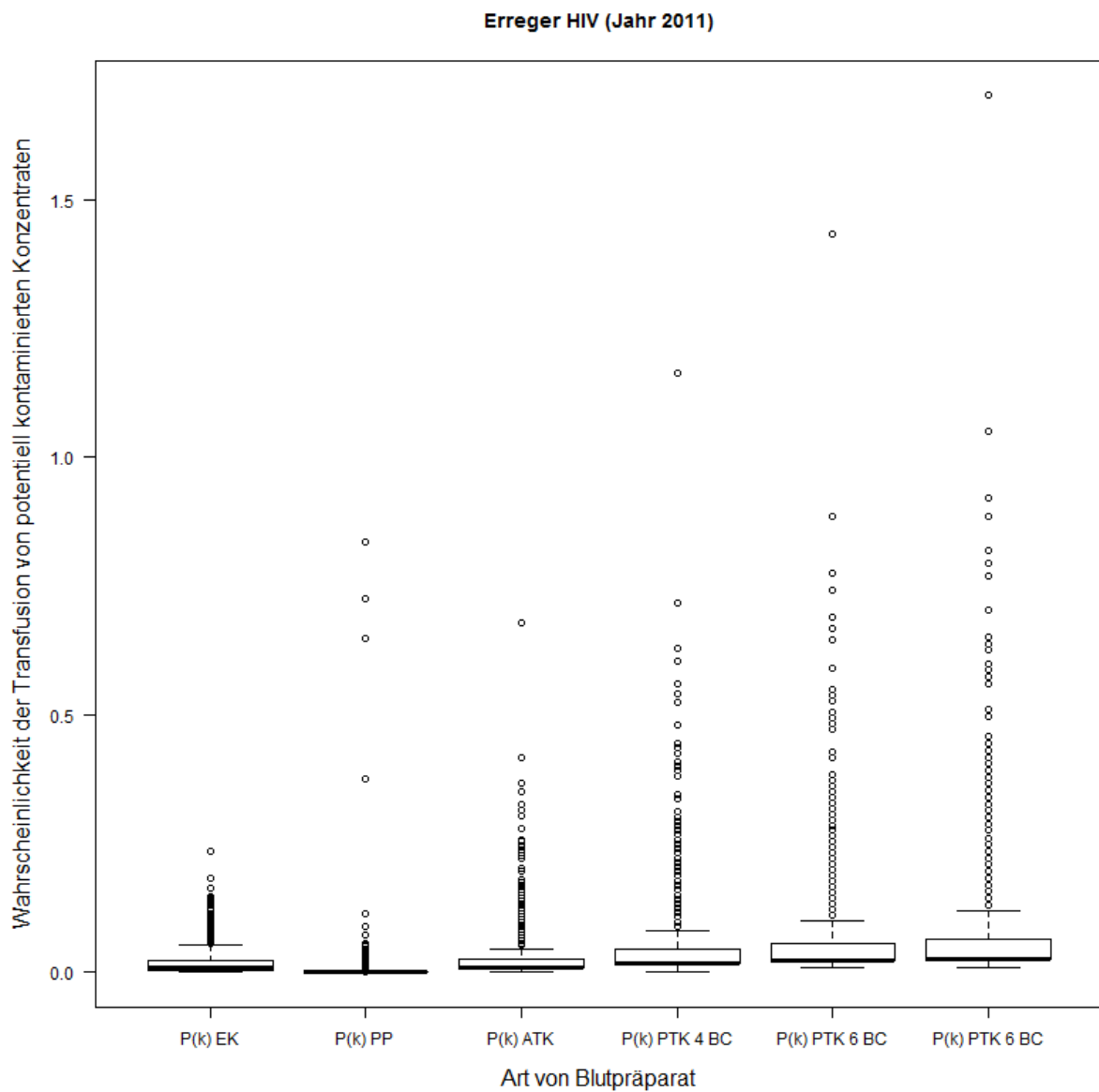
Zwischen EKs und ATKs besteht kein signifikanter Unterschied, alle anderen Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 14: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Blutkomponenten zu transfundieren für einen theoretischen Erreger und das Jahr 2010 aller Patienten.



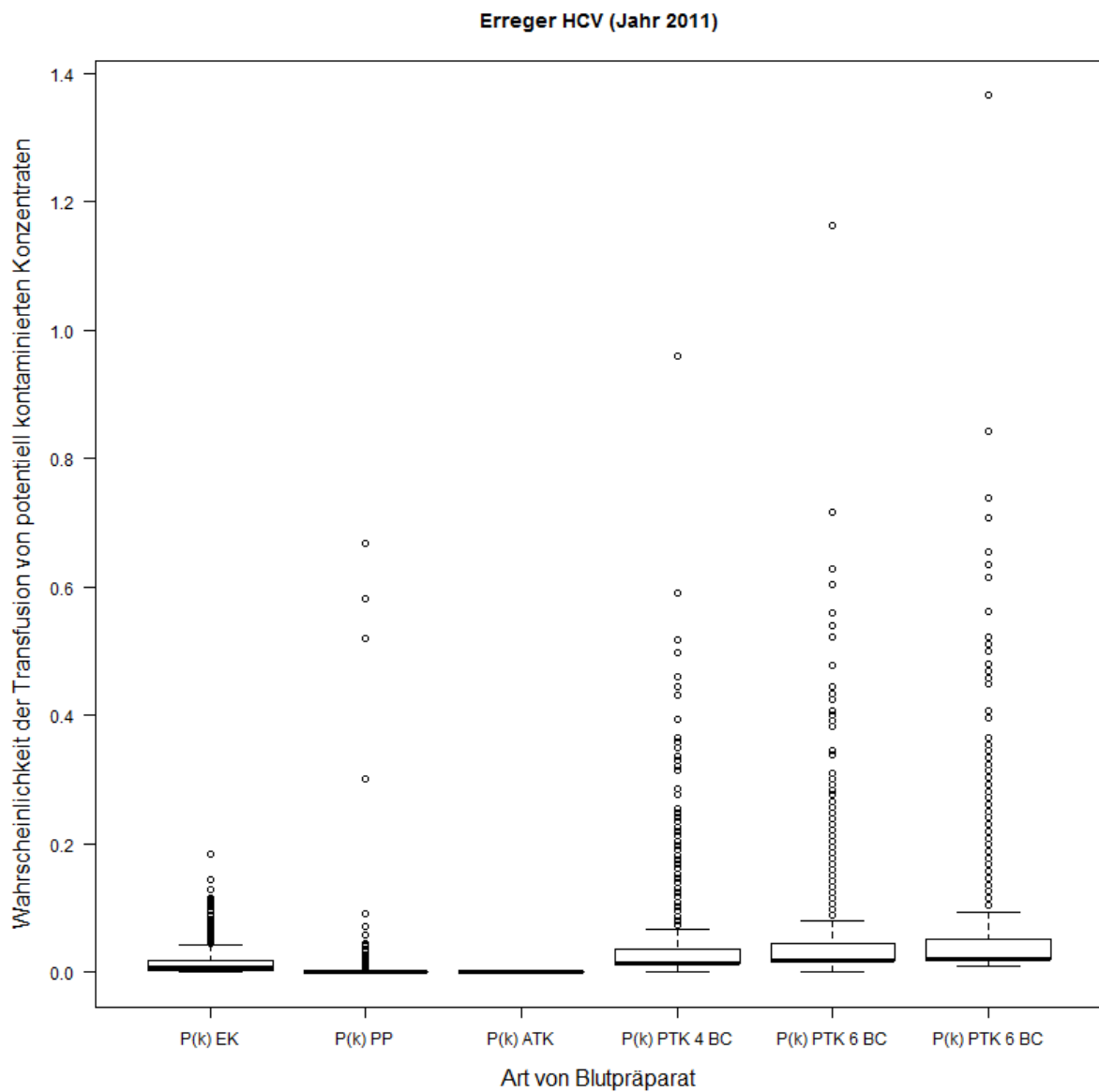
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 15: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HIV und das Jahr 2011 aller Patienten.



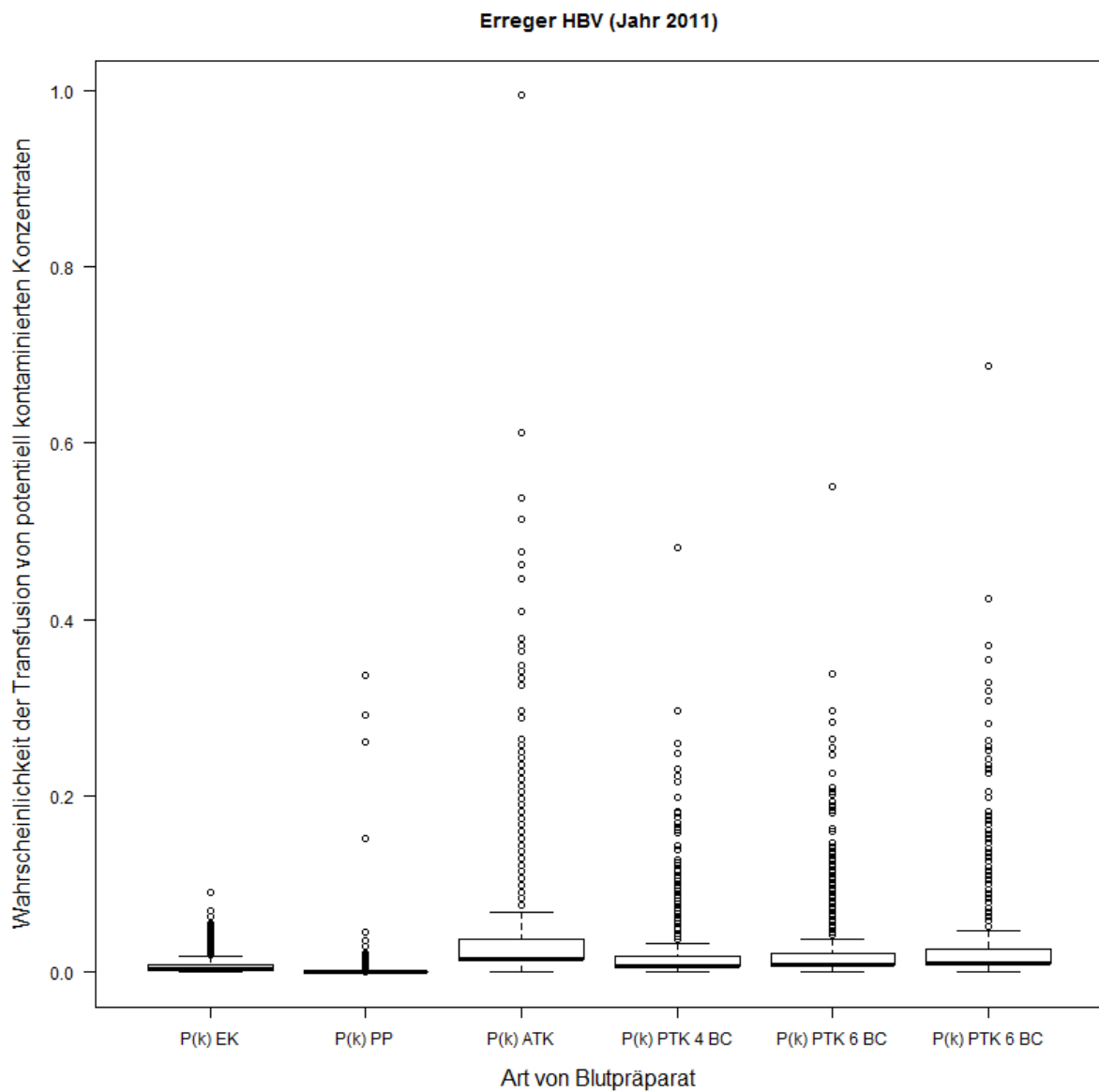
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 16: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HCV und das Jahr 2011 aller Patienten.



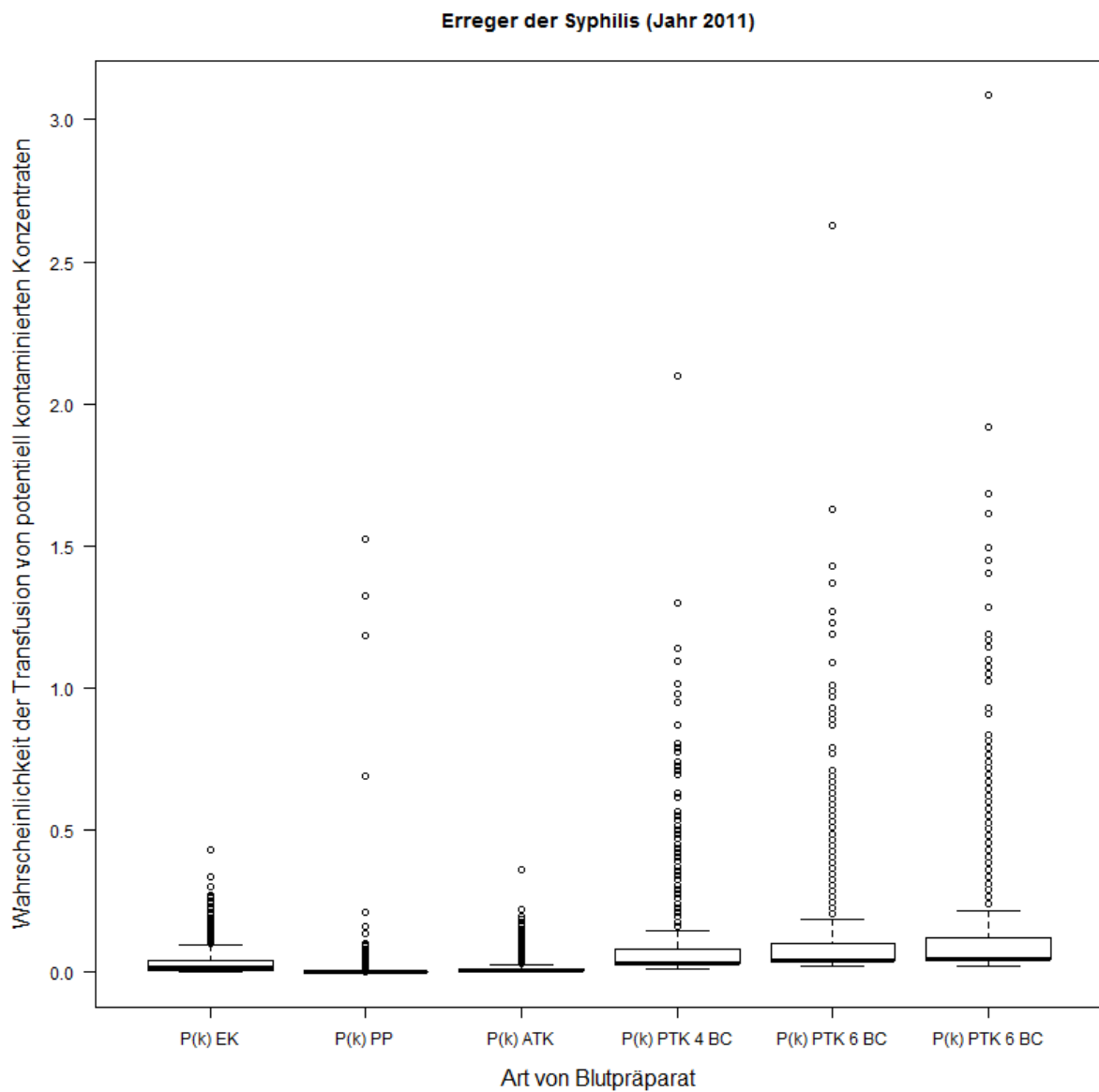
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 17: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HBV und das Jahr 2011 aller Patienten.



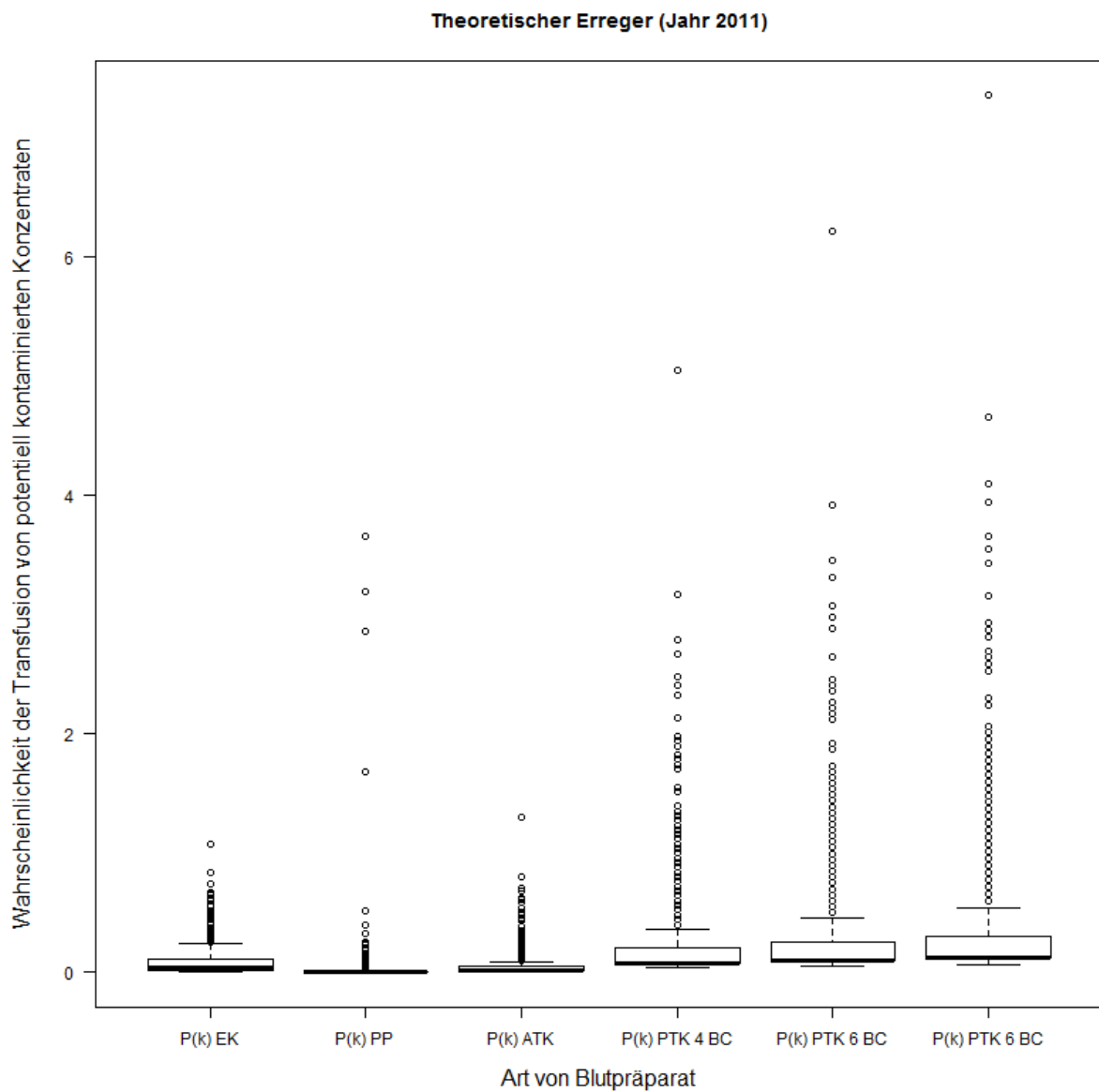
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander. Die Besonderheit hier ist, dass die Wahrscheinlichkeiten der PTKs bei allen BC-Mengen gegenüber ATKs niedriger sind.

Abbildung 18: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger der Syphilis und das Jahr 2011 aller Patienten.



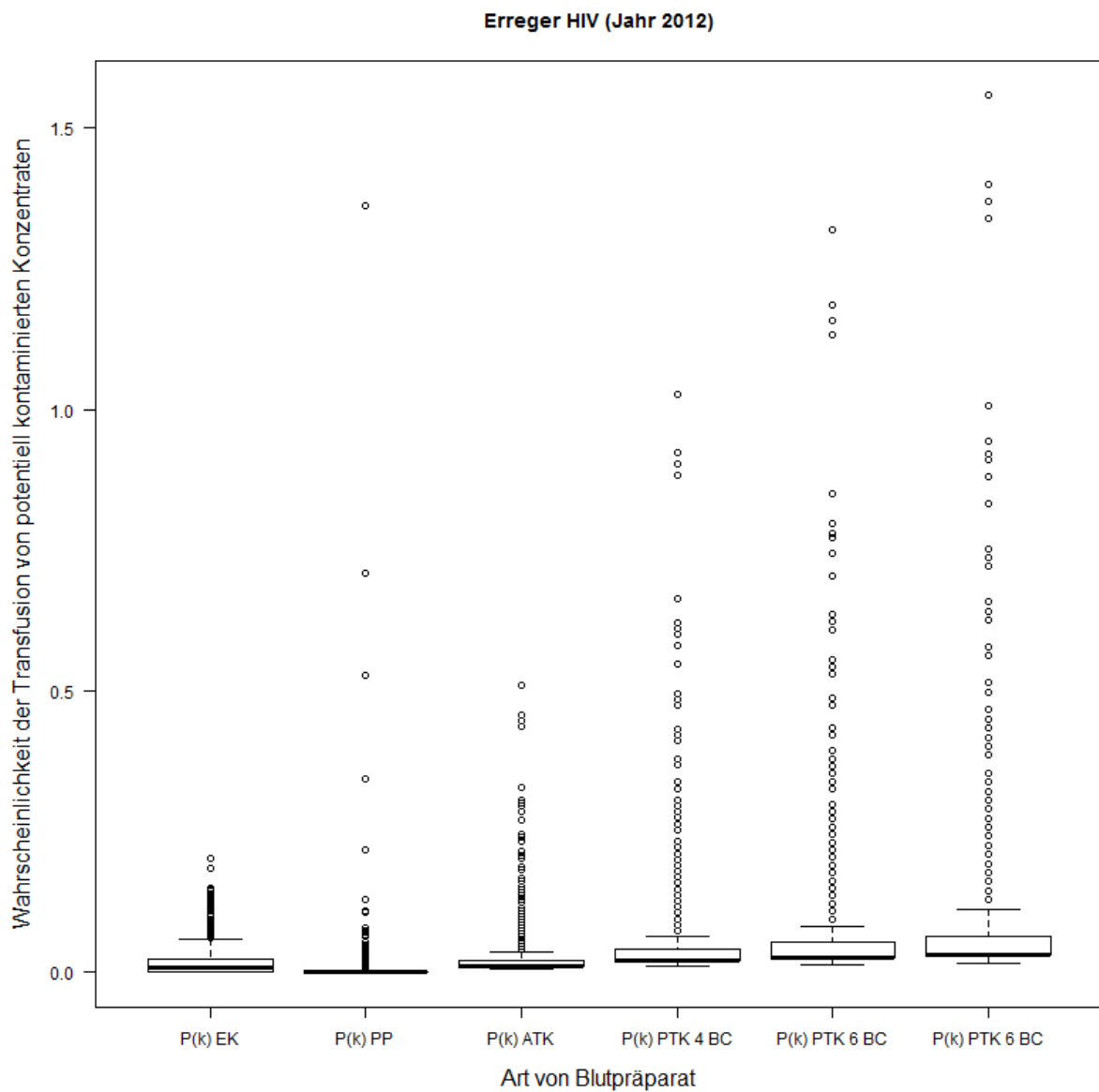
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 19: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den theoretischen Erreger und das Jahr 2011 aller Patienten.



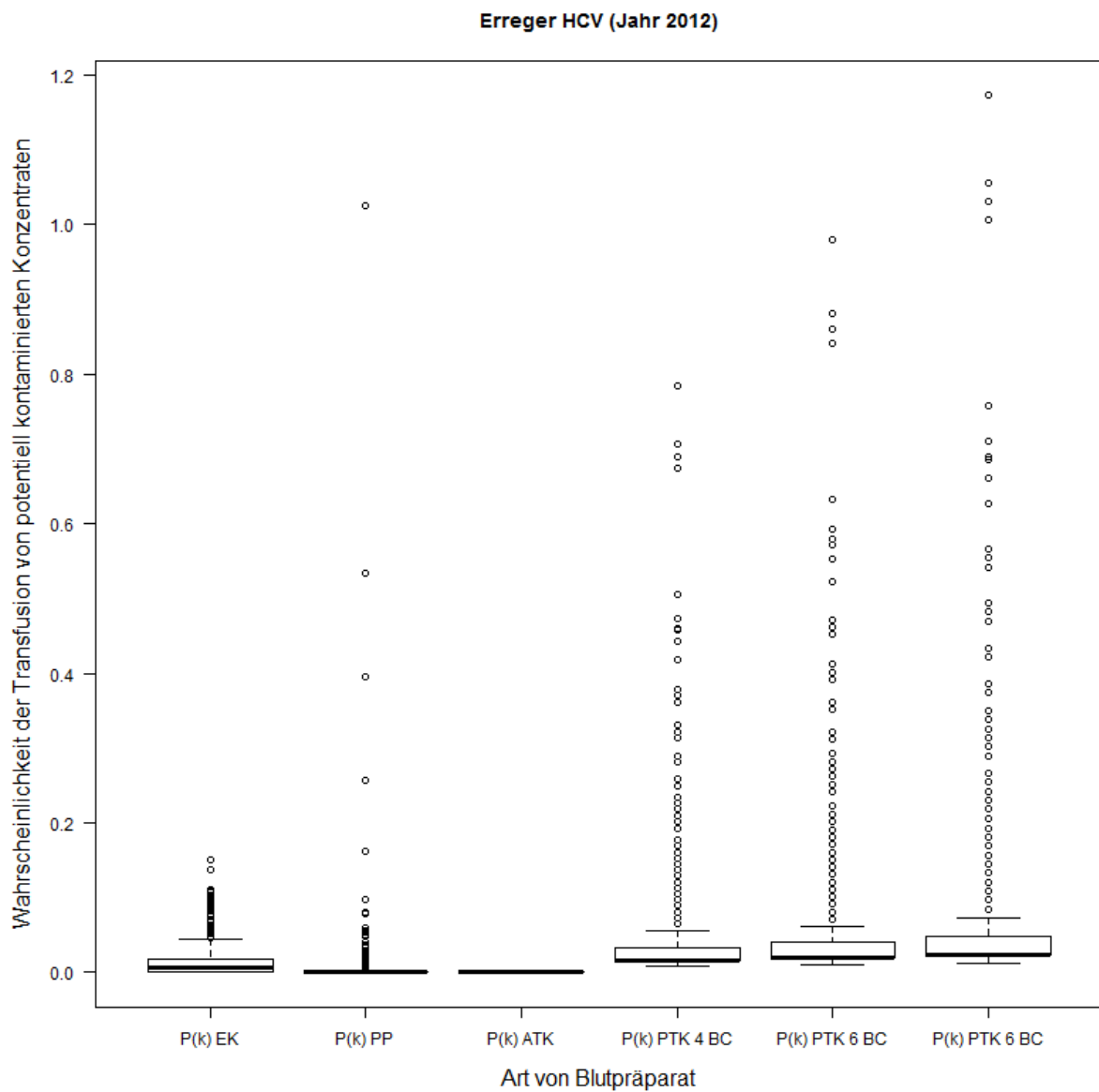
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 20: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HIV und das Jahr 2012 aller Patienten.



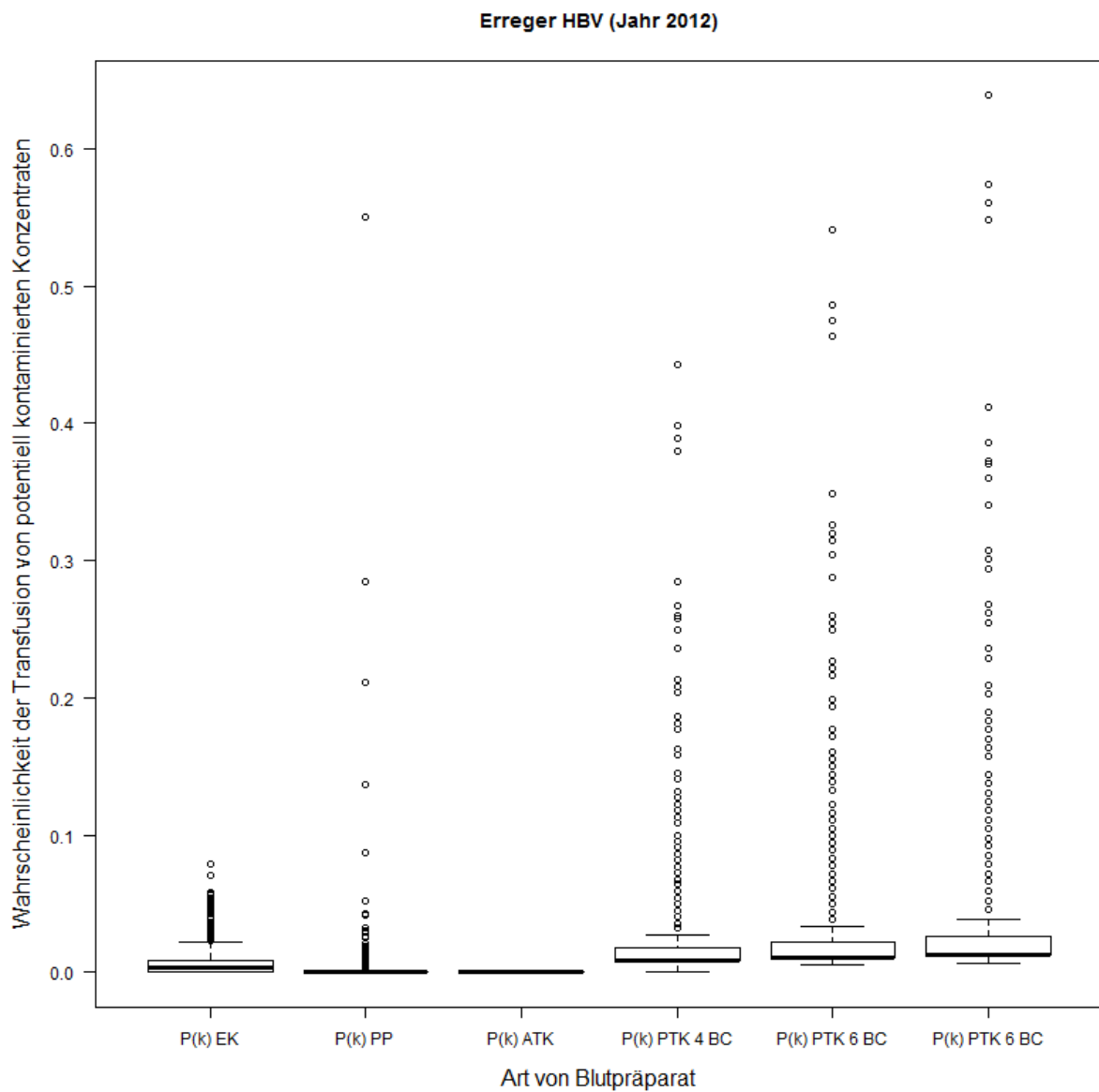
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 21: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HCV und das Jahr 2012 aller Patienten.



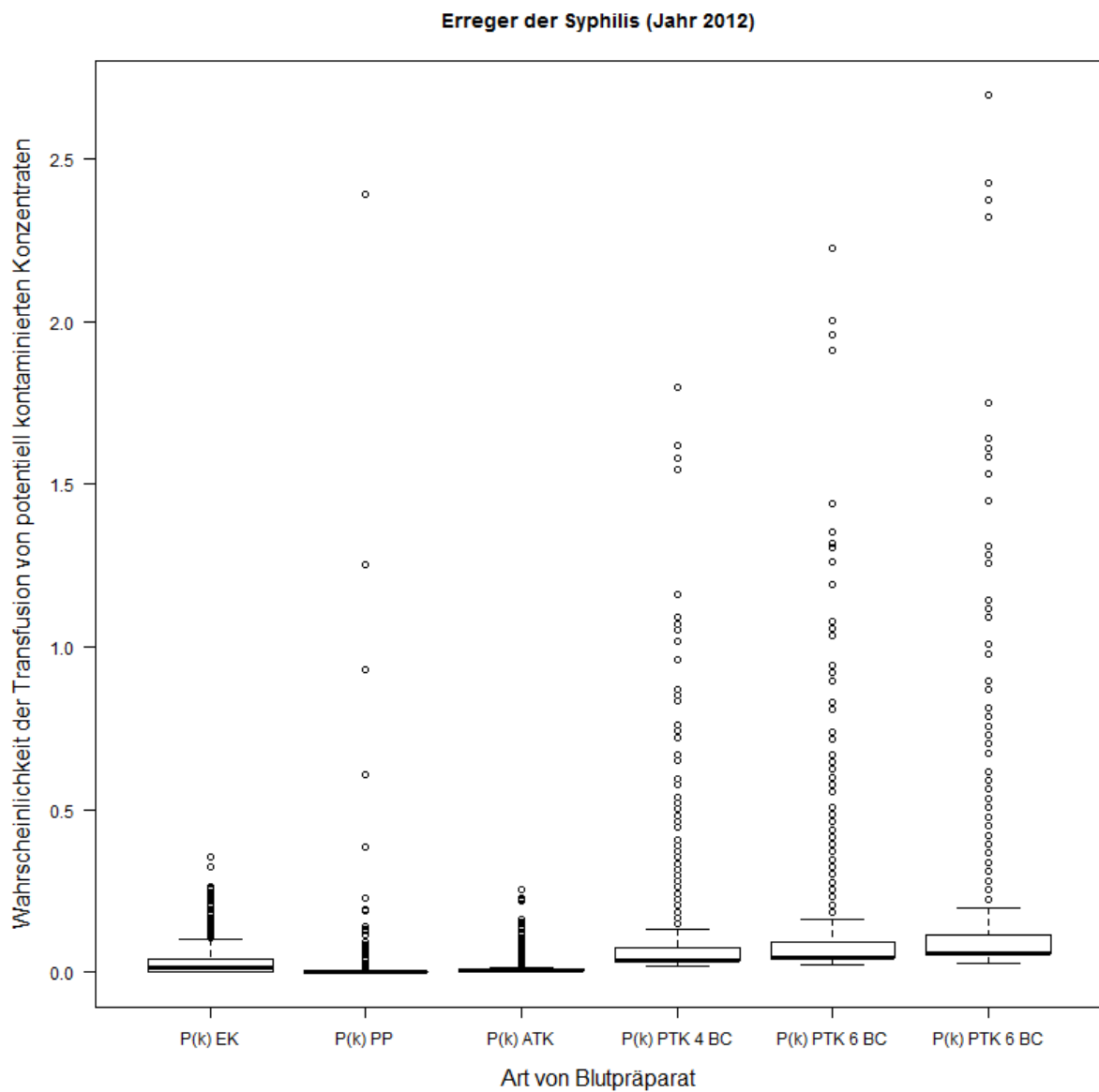
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 22: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HBV und das Jahr 2012 aller Patienten.



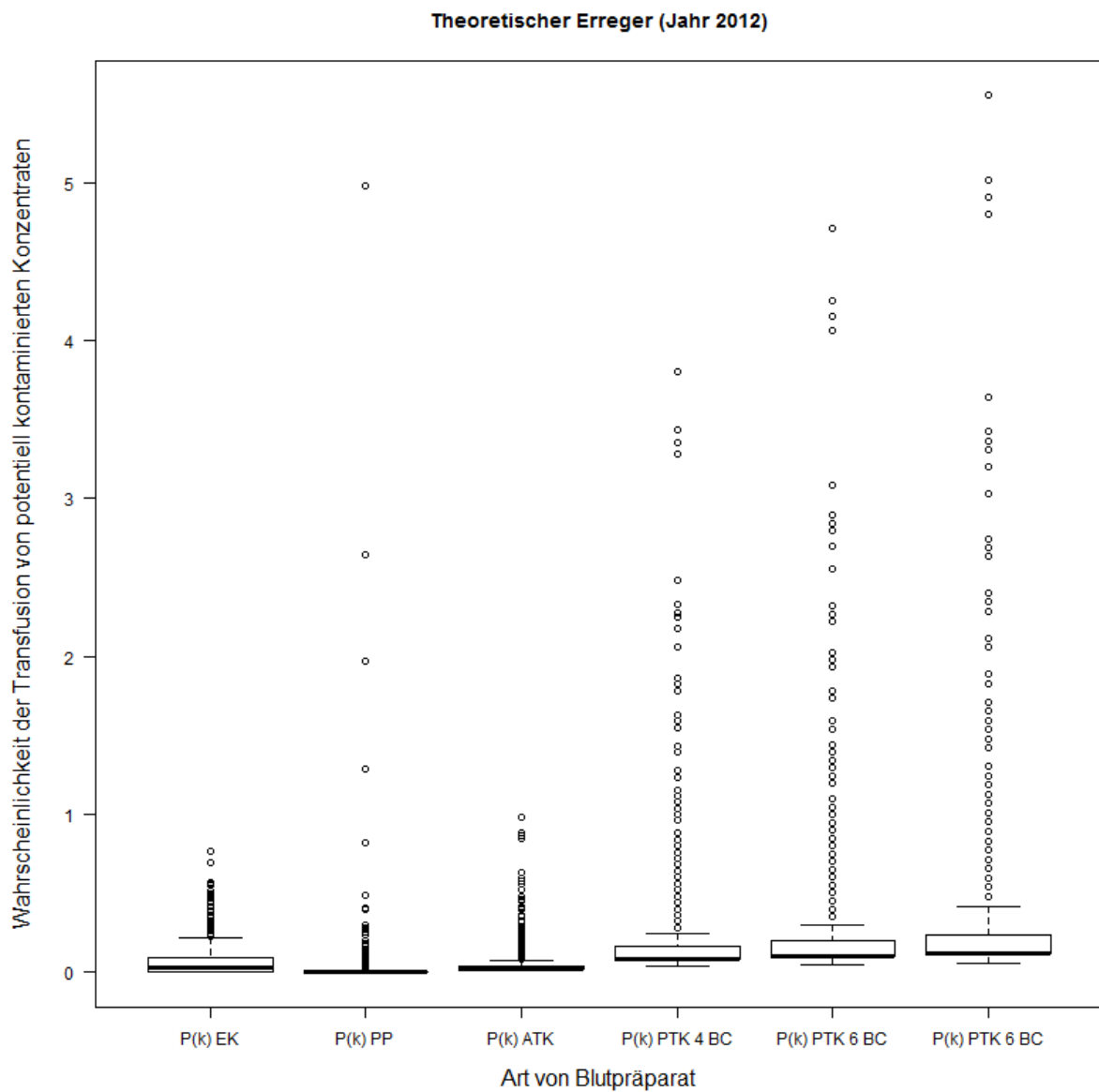
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 23: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger der Syphilis und das Jahr 2012 aller Patienten.



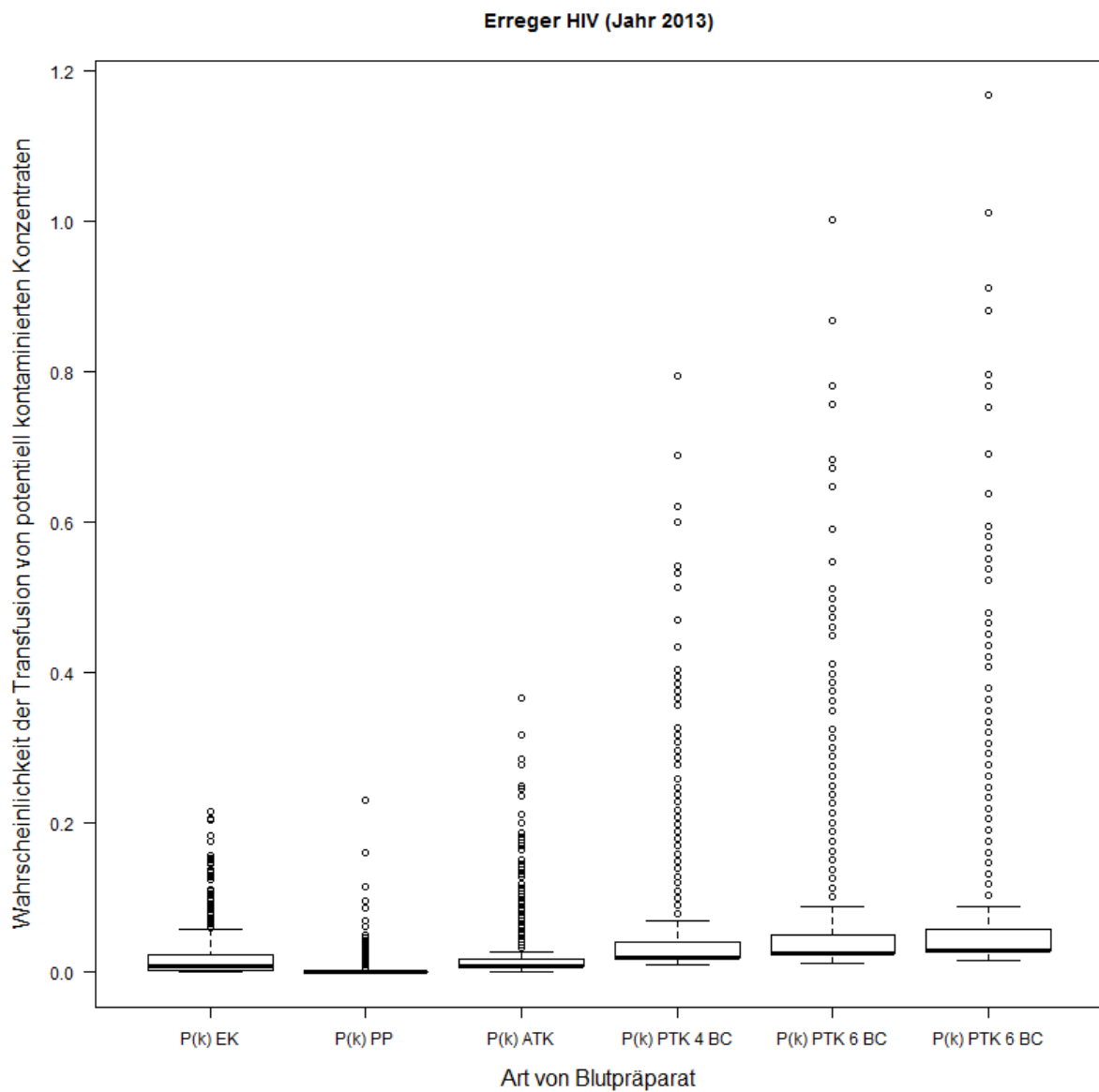
Zwischen PPs und ATKs besteht kein signifikanter Unterschied, alle anderen Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 24: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den theoretischen Erreger und das Jahr 2012 aller Patienten.



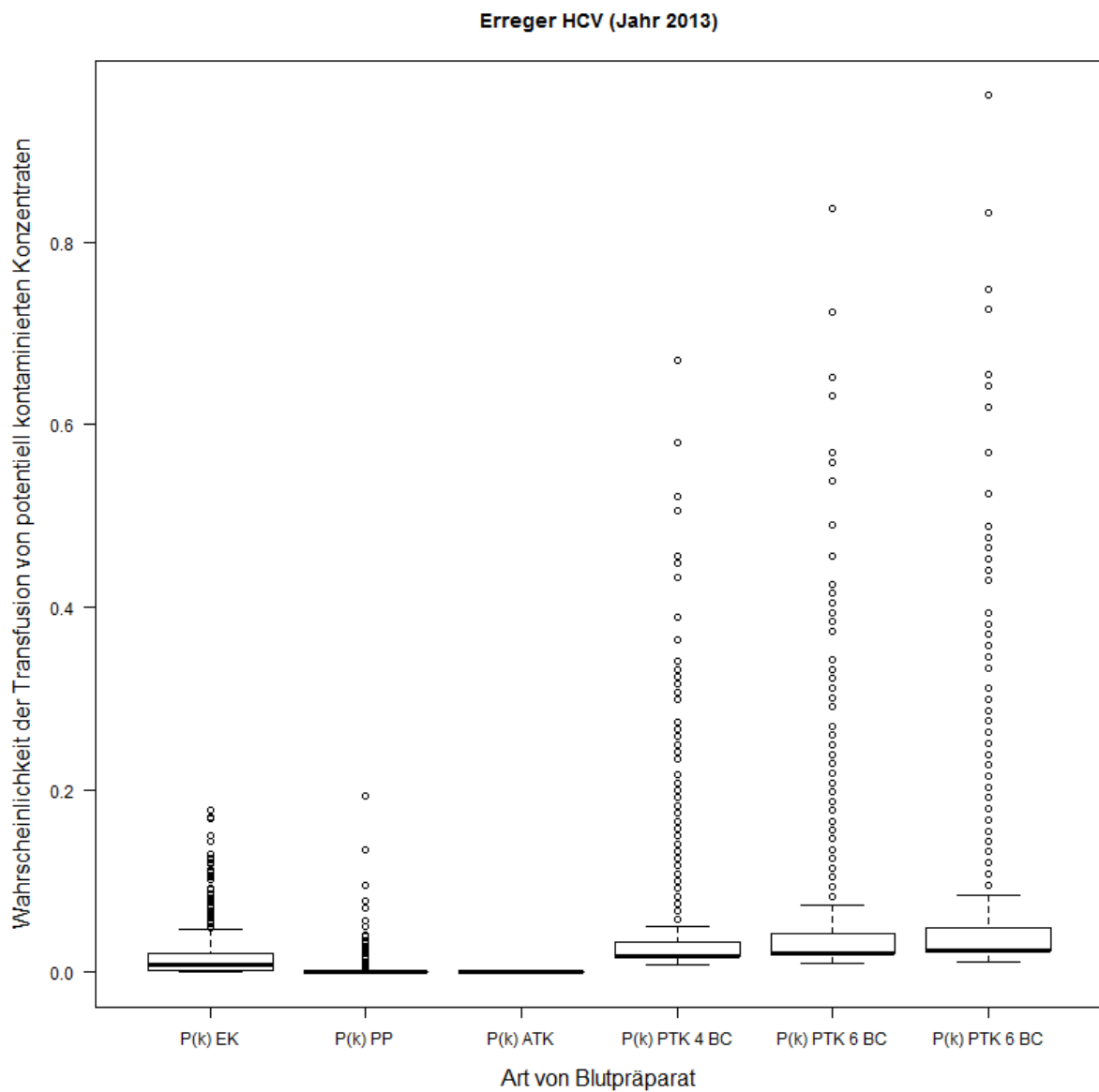
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 25: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HIV und das Jahr 2013 aller Patienten.



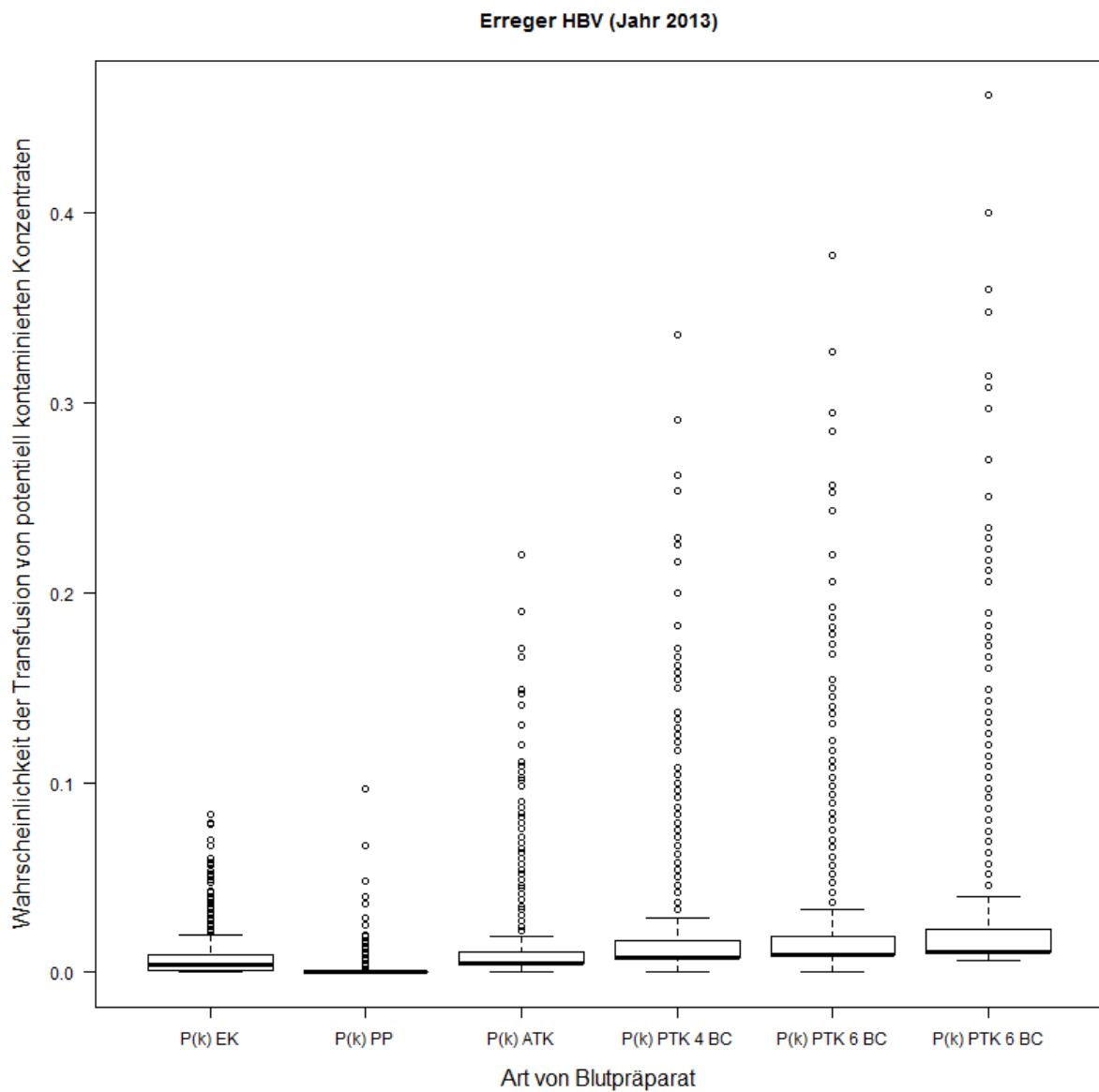
Zwischen EKs und ATKs besteht kein signifikanter Unterschied, alle anderen Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 26: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HCV und das Jahr 2013 aller Patienten.



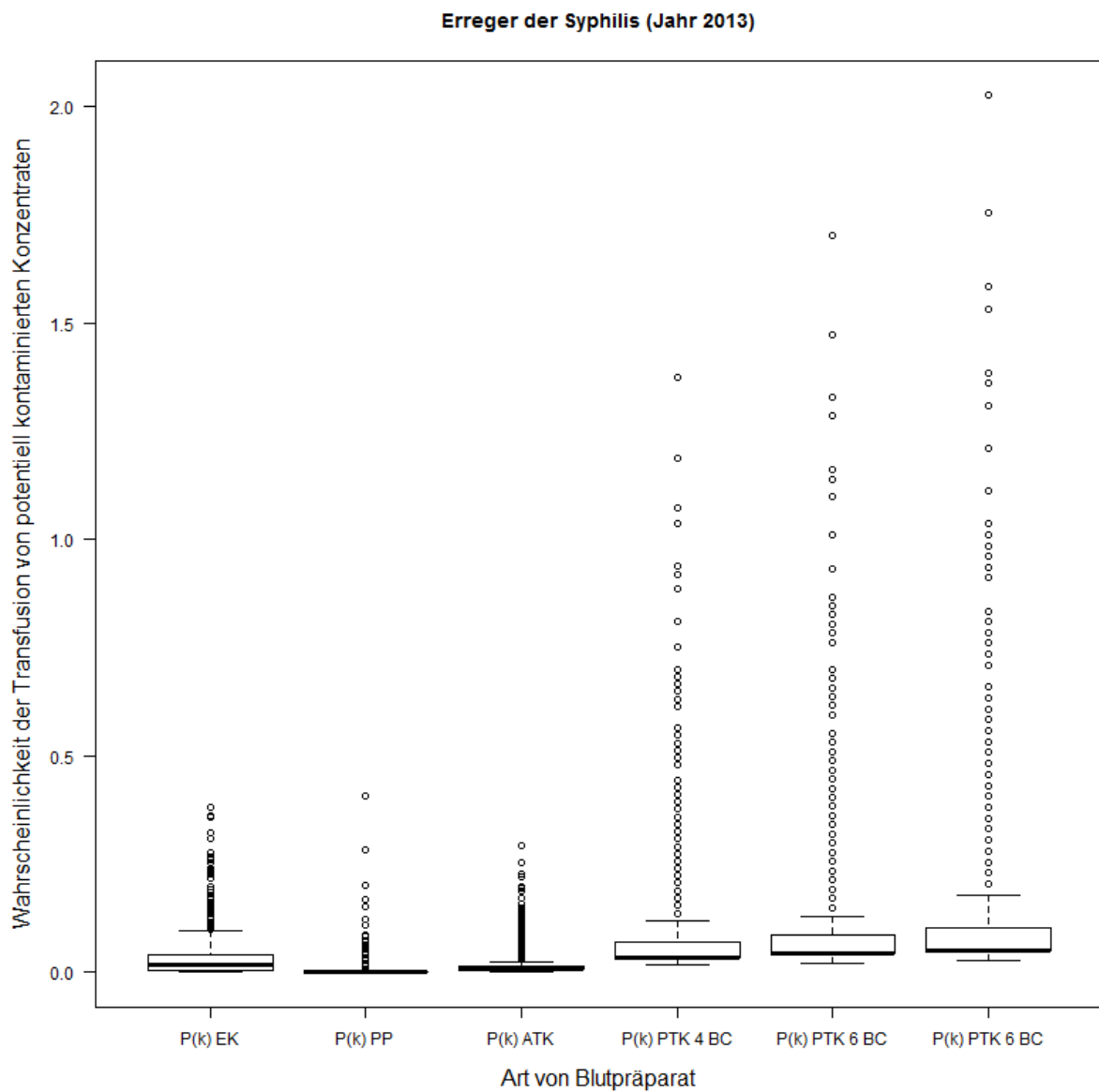
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 27: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger HBV und das Jahr 2013 aller Patienten.



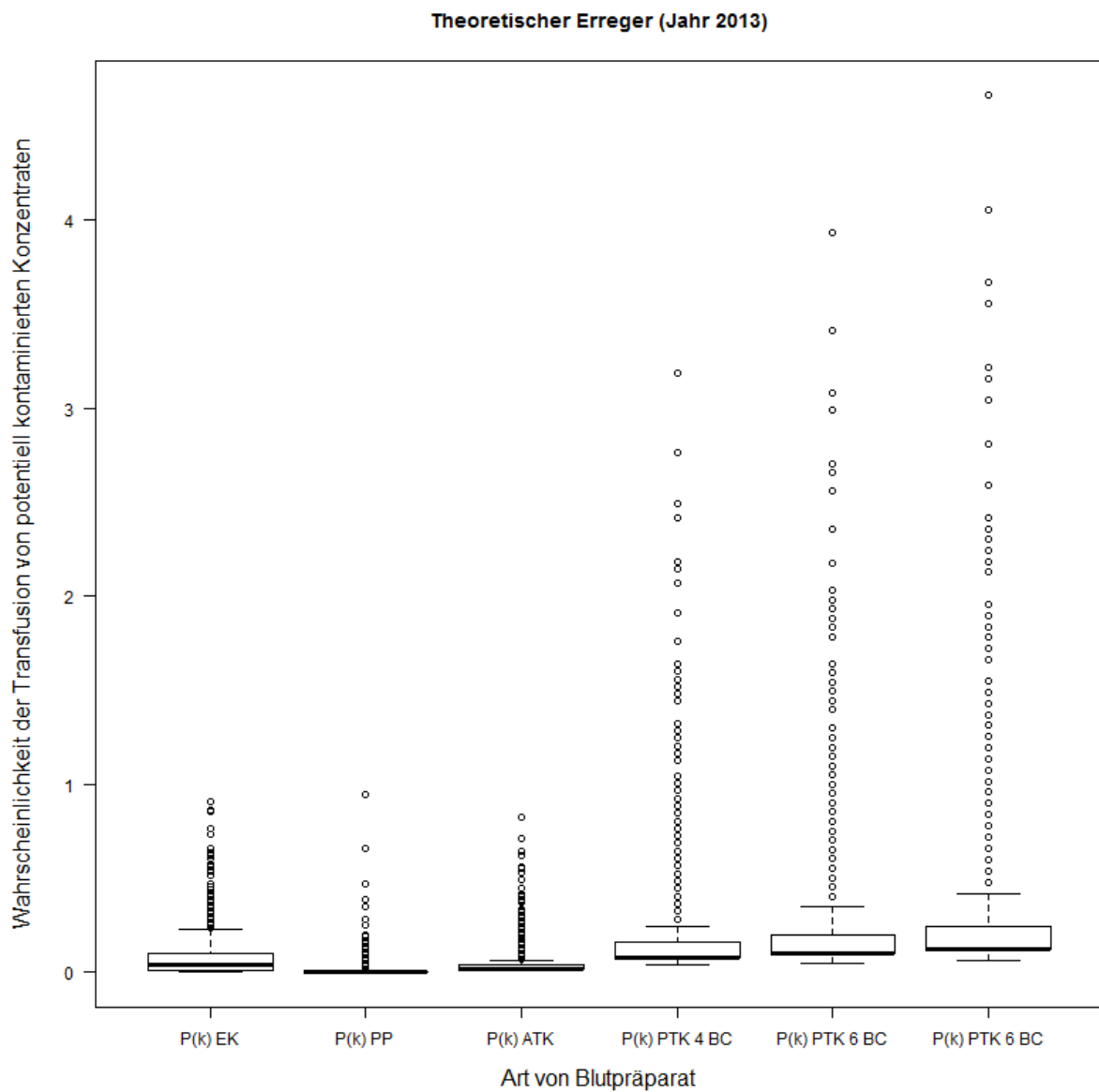
Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 28: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den Erreger der Syphilis und das Jahr 2013 aller Patienten.



Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

Abbildung 29: Boxplot der Wahrscheinlichkeiten kontaminierte Konzentrate zu transfundieren für den theoretischen Erreger und das Jahr 2013 aller Patienten.



Alle Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich signifikant untereinander.

6.1.3 Quellcodes

Quellcode 1: Quellcode zur Berechnung der Fakultät mittels Logarithmus

'Nimmt eine Zahl (n) auf und berechnet daraus die Fakultät durch logarithmieren. Dies ist notwendig, um von großen Zahlen die Fakultät überhaupt berechnen zu können.

```
Public Function logfac(n As Double) As Double
```

```
logfac = Log(1)
```

```
If n > 1 Then
```

```
    For i = 2 To n
```

```
        logfac = logfac + Log(i)
```

```
    Next i
```

```
End If
```

```
End Function
```

Quellcode 2: Quellcode zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit für eine Stichprobenziehung ohne Zurücklegen - Formel (18)

'Diese Funktion setzt die mathematische Formel für die Wahrscheinlichkeit potentiell kontaminierte Produkte zu erhalten mittels Stichprobe ohne Zurücklegen um.

'r = Anzahl aller potentiell kontaminierter Produkte

'N(großn) = Anzahl zur Verfügung stehender Produkte

'k = Anzahl potentiell kontaminierter Produkte, die evtl. einem Patienten zugeführt werden

'n = Gesamtzahl, dem Patienten transfundierte Produkte

Public Function psoz(r As Double, großn As Double, k As Double, n As Double) As Double

If n = 0 Then

psoz = 0

Elseif r = 0 Then

psoz = 0

Else

psoz = Exp((logfac(r) - (logfac(k) + logfac(r - k))) + (logfac(großn - r) - (logfac(n - k) + logfac((großn - r) - (n - k)))) - (logfac(großn) - (logfac(n) + logfac(großn - n))))

End If

End Function

7 Veröffentlichungen

Publikation

Thiele T, Alt-Mayer T, Greinacher A, Bux J (2016) Implications of a switch to a 100% apheresis platelet supply for patients and for blood donors: a risk benefit analysis. First published 19.07.2016, Vox Sanguinis

8 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zum Gelingen meiner Doktorarbeit beigetragen haben.

Meinem Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Hermann Eichler (Direktor des Instituts für Klinische Hämostaseologie und Transfusionsmedizin des Universitätsklinikums des Saarlandes, Homburg) danke ich für die Möglichkeit, an dem Institut für Klinische Hämostaseologie und Transfusionsmedizin des Universitätsklinikums des Saarlandes zu promovieren. Ganz besonders möchte ich mich für die konstruktive Kritik und Gespräche bedanken sowie die Unterstützung bei der freien und selbstständigen Planung und Umsetzung der Doktorarbeit.

Bei Herrn Michael Bollig (IT-Spezialist in der Gruppe SAP Healthcare des Zentrums für Informations- und Kommunikationstechnik des Universitätsklinikums des Saarlandes) bedanke ich mich für die Erstellung der SAP-Reports und somit der Bereitstellung der Patientendaten.

Meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. med. Jürgen Bux (Medizinische Fakultät Ruhr-Universität Bochum) danke ich für die Idee dieses interessanten Themas und die außerordentliche Unterstützung bei der Umsetzung dieser Arbeit. Ganz besonders möchte ich mich für die vielen nicht nur fachspezifischen, sondern auch ganz persönlichen Gespräche bedanken, die Herr Prof. Dr. med. Jürgen Bux mit mir führte.

Mein größter Dank geht an meine Familie sowie meine Mutter und meine Schwester, die mich während meiner Promotion stets seelisch und moralisch unterstützt haben und mich in schweren Zeiten immer wieder aufgebaut und mir den Rücken gestärkt haben.